# AGRONOMIA LUSITANA

VOL. 19 — N.º 4

1957

ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL

SACAVÉM

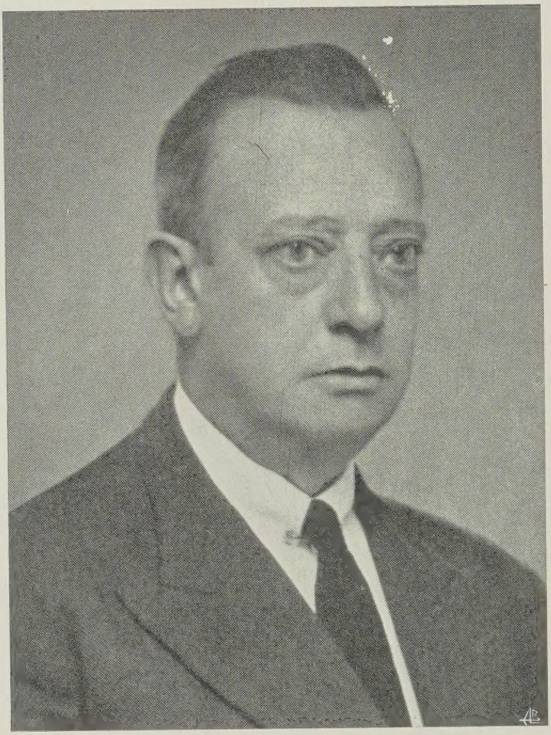
PORTUGAL

COMMONWEALTH MYCOLOGI

10 OCT 195

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/agronomia-lusitana_1957_19_4



1889-1957

Augusto Teixeira de Vasconcellos

# AUGUSTO TEIXEIRA DE VASCONCELLOS

A Estação Agronómica Nacional acaba de perder mais um dos seus técnicos — o Engenheiro-Agrónomo Augusto Bretes Correia de Portocarrero Teixeira de Vasconcellos.

Atormentado por longa e dolorosa doença, fôra obrigado a abandonar os laboratórios há já dois anos. Quando o viram afastar-se desta Casa, todos os seus companheiros tiveram profundo desgosto. Não podiam conformar-se com a ideia de que o iriam perder para sempre. No íntimo acalentavam ainda esperanças de que Teixeira de Vasconcellos poderia melhorar, que venceria aquela crise, que voltaria ao seu gabinete, de Sacavém, que continuaria os seus trabalhos.

Infelizmente, os seus males não desapareceram, pelo contrário foram-se agravando; a pouco e pouco tivemos de nos convencer, com infinito pesar, que já não teríamos a sorte de ver esse bom companheiro a prosseguir na Estação Agronómica os seus estudos.

Ao falecer, em 12 de Outubro de 1957, a Estação Agronómica Nacional cobriu-se de luto, sentindo bem a angústia de semelhante perda, como iria chorar a falta de tão bom e simpático colega.

Quem escreve estas linhas encontrava-se fora de Portugal nessa ocasião. Embora preparado há muito para o mais doloroso desenlace do drama que Teixeira de Vasconcellos estava a sofrer, a tristíssima notícia chegou-lhe como se fosse inesperada, causando-lhe imenso desgosto, ao saber que tombara, depois de quase 20 anos de luta, mais um bom e dedicado servidor da causa da investigação agronómica, no nosso País.

Todos os colegas da Estação Agronómica sentiram profundamente o desaparecimento daquele companheiro. Ele era dessas raras pessoas que irradiam simpatia, que sabem converter em amigos aqueles com quem convivem.

Lembrando a sua personalidade, recordamos como ele ajudou a forjar o «espírito» da Estação Agronómica, com o seu trato

fidalgo, a sua sensibilidade, o optimismo que distribuia à sua volta, até com a « graça » que imprimia aos factos que contava.

Ingressou Teixeira de Vasconcellos na Estação Agronómica Nacional, depois de trabalhar como Inspector Fitopatológico na Repartição de Serviços Fitopatológicos, e depois de haver sido classificado no Instituto Superior de Agronomia, no seu relatório final, com a elevada nota de 19 valores.

Na Estação Agronómica dedicou-se em particular à Micologia sistemática, trabalhando primeiro com o Professor Sousa da Câmara e Engenheiro Agrónomo Gomes da Luz — dois outros desaparecidos, cuja perda tanto chorámos — e, depois, com a Engenheira-Agrónoma Maria Rosália de Sousa Dias e com as Naturalistas Maria Tereza Lucas e Aniceta Santos.

Teixeira de Vasconcellos era um trabalhador sério, com excelentes qualidades, até com engenho para idealizar novas ferramentas de trabalho, no que era ajudado por uma excepcional habilidade manual.

Com o falecimento de Teixeira de Vasconcellos, perde a Estação Agronómica um bom colaborador, um dos elementos das primeiras horas, nos passos iniciais que deu a nossa instituição — quando ainda se trabalhava em Belém — enfim, um desses homens que ajudaram a *fazer* a Estação Agronómica.

A. de Sousa da Câmara

## TRABALHOS PUBLICADOS

A. T. DE VASCONCELLOS

1936 Subsídios para o estudo de uma doença do feijoeiro. *Rev. agron.* **24**: 241-300.

A. T. DE VASCONCELLOS & BRANQUINHO D'OLIVEIRA

1947 Nota acerca da *Saprolegnia parasitica* COKER e da acção de certos sais sobre o seu desenvolvimento. *Brotéria (Sér. C. Nat.)* **16**: 15-20.

A. T. DE VASCONCELLOS

1950 *Lofionema helmintosporium*, uma nova espécie de *Pyrenomyceta* observada sobre *Fraxinus* sp.. Descrição macro e microscópica das frutificações observadas, e critério seguido na sua classificação sistemática. *XIII Congr. Luso-Esp. para o Progr. Cienc.*: **99**-101.

EMMANUELE DE SOUSA DA CÂMARA & AUGUSTO TEIXEIRA DE VASCONCELLOS

1952 Fungi Lusitaniae. III. *Agron. Lusit.* **14**: 249-257.

MARIA ROSÁLIA DE SOUSA DIAS, MARIA TEREZA LUCAS, AUGUSTO TEIXEIRA DE VASCONCELLOS & EMMANUELE DE SOUSA DA CÂMARA

1953 Minutissimum mycoflorae subsidium Sancti Thomensis et Principis Insulae. III. *Agron. Lusit.* **15**: 5-15.

EMMANUELE DE SOUSA DA CÂMARA & AUGUSTO TEIXEIRA DE VASCONCELLOS

1953 Fungi Lusitaniae. VI. *Agron. Lusit.* **15**: 183-190.

1955 Fungi Lusitaniae. X. *Agron. Lusit.* **17**: 91-100.

A partir de *Contributiones ad mycofloram Lusitaniae Centuria XII* (1946) e séries seguintes o Prof. MANUEL DE SOUSA DA CÂMARA faz referência, nos preâmbulos, ao Eng.-Agron. TEIXEIRA DE VASCONCELLOS, agradecendo sua colaboração.

# DE LUMBRICIDIS QUIBUSDAM IN LUSITANIA HABITANTIBUS

**Auctore**

*OTTO GRAFF*

( Institut für Humuswirtschaft, Braunschweig-Völkenrode )

BENIGNITATE et fiducia FERNANDAE HEITORIS, quae in Statione Agronomica Nacionale laborat, nonnullas Lumbricidas ex Lusitania determinandas accepi. Praeter 15 species iamdiu notas

1. *Lumbricus terrestris* LINNAEUS (1758)
2. *Eisenia foetida* (SAVIGNY, 1826)
3. *Dendrobaena rubida* (SAVIGNY, 1826)
4. *D. ganglbaueri* (ROSA, 1894)
5. *D. madeirensis* (MICHAELSEN, 1891)
6. *Eiseniella tetraedra* (SAVIGNY, 1826) forma *typica*
7. *Octolasium complanatum* (ANTOINE DUGÈS, 1828)
8. *O. lacteum* (OERLEY, 1885)
9. *Allolobophora caliginosa* (SAVIGNY, 1826)
10. *A. moebii* MICHAELSEN (1895)
11. *A. molleri* ROSA (1889)
12. *A. rosea* (SAVIGNY, 1826) forma *typica*
13. *A. chlorotica* (SAVIGNY, 1826)
14. *Helodrilus oculatus* HOFFMEISTER (1845)
15. *Microscolex dubius* (FLETCHER, 1887)
    (decima quinta species ad familiam Megascolecidarum pertinet)

in illa collectione duae novae species et duae novae subspecies [1] erant discernendae:

1. *Allolobophora icterica occidentalis,* nova subspecies
2. *A. rosea lusitana,* nova subspecies
3. *A. fernandae,* nova species
4. *Dendrobaena lusitana,* nova species

[1] Typi traduntur ad Museum Zoologicum Universitatis Olisiponensis.

Fernanda Heitore de laboribus suis ipsa relatura non plura quam specierum novarum diagnoses et descriptiones infra dabo:

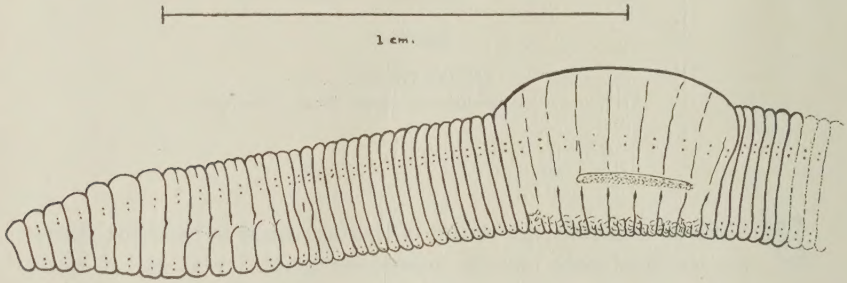



Fig. 1 — *Allolobophora icterica occidentalis* n. ssp., aspectus lateralis

**Allolobophora icterica** (Savigny, 1826) **occidentalis,** nova subspecies (vide figuram 1)

Diagnosis: *Subspecies* A. ictericae, *quae a specie typica differt et aucto seminalium vesicularum numero et minuta corporis longitudine.*

Morphologia: Integumentum colore vacuum. Corpus longitudine 48 mm, latitudine 3 mm, numero segmentorum circum 210. Segmenta triannulata. Caput epilobum. Primus porus dorsalis in sulco intersegmentali (4/5,5/6?) 6/7. Setae continenter geminatae, quarum disiunctio aa = 7 ab ~ bc, dd fere 1/2 u (= ambitus). Setae ventrales segmentorum 9-13 in plagulis glandulosis. Clitellum in ss. 33, 34-42, tubercula pubertatis forma vallorum in ss. 36, 37-40, 1/2 41. Pori masculini in s. 15, plagulae eorum glandulosae non exsuperant segmenta finitima. Pori nephridiales inter lineas setarum b et c, propius positi sectis c, in clitello quoque bene discernuntur.

Anatomia: Dissepimenta (5/6) 6/7-9/10 (10/11, 11/12) haud multum firmiora. Vesicularum seminalium quattuor gemini in ss. 9-12, minimi in s. 9. Receptaculorum seminis duo gemini forma phaseolorum in ss. 10 et 11, pori in sulcis intersegmentalibus 9/10 et 10/11. Musculi longitudinales fasciati.

Patria: Oeiras Lusitaniae; habitat in fronde ulmorum defuncta atque putrefacta.
Materia: Duo individua adulta.

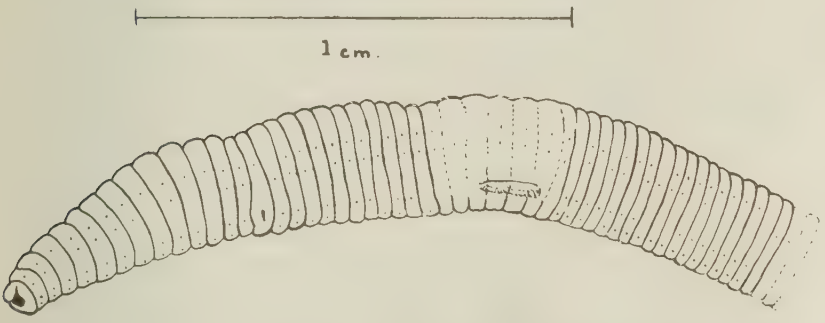



Fig. 2 — *Allolobophora rosea lusitana* n. ssp., aspectus lateralis

**Allolobophora rosea** (Savigny, 1826) **lusitana**, nova subspecies (vide figuram 2)

Diagnosis: *Subspecies* A. roseae, *quae differt a specie typica mutata setarum positione, geminis enim disiunctis, praeterea poris dorsalibus in sulcis clitelli clausis.*
Morphologia: Integumentum canum aut rubello-canum. Corpus longitudine 36-43 mm, latitudine 1,5-2,5 mm, numero segmentorum 89-101. Segmenta triannulata praecipue in ventre. Caput epilobum. Primus porus dorsalis in sulco intersegmentali 5/6, sequentes in omnibus corporis regionibus clitello excepto bene discernendi. Setae late geminatae, disiunctio in posterius corporis dimidium mutatur formula sequenti:

ante clitellum aa = 5/2 ab = bc, ab = cd, dd = 1/3 u
post clitellum aa = 3 ab, bc = 2 ab, ab = cd, dd = 1/3 u
in regione caudali aa = 2 ab, bc < 2 ab, ab = cd, dd = 1/4 u
aa in segmentis 14 et 15 paulo minor quam in finitimis.

Clitellum sellosum in ss. 27-32, 33; tubercula pubertatis, forma vallorum in ss. 1/n 29-1/n 32, non proeminent ex clitelli lateribus ut in specie typica. Pori receptaculorum seminis invisibiles. Pori oviductuum sine spatio supra setas b. Pori masculini in s. 15 supra setas b, spatio ab. Pori nephridiales in linea setarum c.

Anatomia: Ingluvies in ss. 15 et 16. Stomachus musculosus in ss. 17-18, (1/n 19?). Tubera oesophagalia calcifera non vidi; an absint? Typhlosolis forma plicae simplicis, quae post stomachum primo parva, deinde tam alta quam diametrus intestini, in exteriore quoque cauda etiam adest. Corda in ss. 8-12. Quattuor gemini vesicularum seminalium, in s. 10 minimi. Testes et magna infundibula seminalia alba, nitentia in ss. 10 et 11. Receptaculorum seminis duo gemini forma piri in ss. 9 et 10, ostia eorum in sulcis 9/10 et 10/11 prope medialem dorsi lineam. Receptacula posteriora in altero individuo bis valent ambitu quam anteriora. Musculi longitudinales pennati.

Patria: Leiria Lusitaniae; habitat in fossis.

Materia: Duo individua adulta.

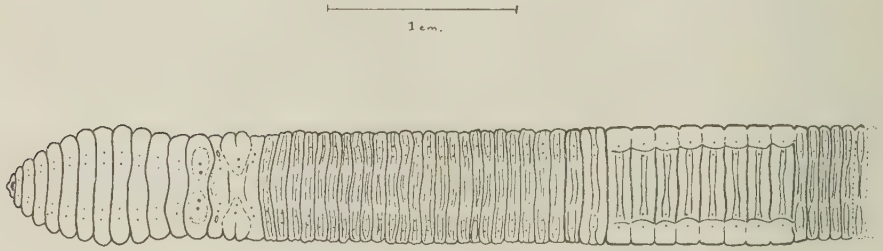



Fig. 3 — *Allolobophora fernandae* n. sp., aspectus ventralis

**Allolobophora fernandae,** nova species (vide figuram 3)

Diagnosis: *Species generis* Allolobophorae, *quae differt ab aliis speciebus finitimis positione et extensione clitelli,*

*numero receptaculorum seminis, numero tuberum calciferorum.*

Morphologia: Integumentum canum, in dorso segmentorum anteriorum fuscum. Corpus longitudine 95-110 mm, latitudine 4-5 mm, numero segmentorum 162-164. Caput epilobum. Pori dorsales a sulco 4/5 ordiuntur, in clitello quoque cernuntur. Setae continenter geminatae disiunctionis: aa = 9/2 ab, bc = 7/2 ab, cd < < ab, dd circiter 1/2 u, setae ventrales in s. 13 plagulis glandulosis circumdatae.

Clitellum sellosum in ss. 41, 42, 43, 44, 45-50, 51, 52; tubercula pubertatis in ss. 43, 44, 45-50 forma vallorum tamen sulcis intersegmentalibus interruptorum. Pori masculini segmenti 15 in convexis plagulis glandulosis in ss. 14 et 16 transeuntibus. Pori nephridiales difficiles visu, probabiliter in linea setarum b.

Anatomia: Pharynx valde musculosus. Stomachus in ss. 17 et 18. Tubera calcifera in ss. 10-13. Typhlosolis oritur in s. 21, in loco altissimo triplicata est. Dissepimenta 5/6-15/16 firmata, eorum anteriora maxime. Vesiculae seminales in ss. 9-12, minimae in s. 10. Receptacula seminis in ss. 8-11, minima in s. 8. Musculi longitudinales in singulos funiculos divisi nec pennati nec fasciati.

Patria: Setubal Lusitaniae; habitat in pratis et in humo sabuloso materia organica abundante.

Materia: 3 individua adulta.

Haec species Fernandae Heitori collegae nostrae ob egregia eius Lumbricidarum Lusitanarum studia dedicata est.

**Dendrobaena lusitana**, nova species (vide figuram 4)

Diagnosis: *Species generis* Dendrobaenae (secundum Pop, 1941); *differt a ceteris eius generis speciebus clitello in anterius corpus magis promoto.*

Morphologia: Integumentum rubrum, paulum vibrans, color in ventre et in dimidio posteriore minus expressus. Corpus longitudine 18 mm, latitudine 1-2 mm, numero segmentorum 60 (nonnullis segmentis caudalibus

amissis?). Segmenta simplicia. Pori dorsales ante clitellum absunt. Setae late geminatae, paene separatae; disiunctio earum: aa paulo > ab, bc = aa, ab = cd, dd = 1/4 u.

Clitellum sellosum in ss. 21-27 sine tuberculis pubertatis. Pori masculini in s. 15 satis exigui. Pori nephridiales supra ipsam lineam setarum b.

Anatomia: Tubera calcifera in s. 10 permagna (an in s. 11 minora adsint?). Typhlosolis tenuis. Vesiculae seminales in ss. 11 et 12. Receptacula seminis absunt. Musculi longitudinales pennati.

Patria: Oeiras Lusitaniae; habitat sub fronde vetusta.

Materia: Unum individuum adultum.

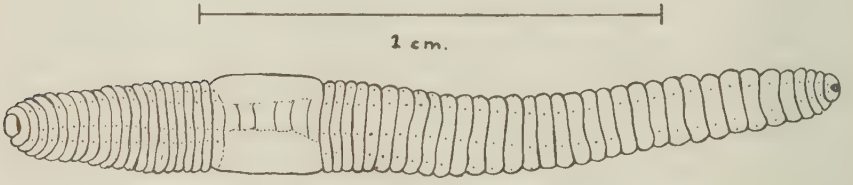



Fig. 4 — *Dendrobaena lusitana* n. sp., aspectus ventralis

## LIBRI ADHIBITI

COGNETI DE MARTIIS, L.
1931 Catalogo dei Lumbricidi. *Arch. zool. (ital.), Torino* **15**: 371-443.
MICHAELSEN, W.
1900 *Oligochaeta* in: *Das Tierreich* **10**.
POP, V.
1940-41 Zur Phylogenie und Systematik der Lumbriciden. *Zool. Jb.* **74**: 487--522, 2 tab.

## ADNOTATIO

In Michaelseni opere *Oligochaeta* (1900) praeter species supra dictas tres aliae nominantur, quae iam tum in Lusitaniae repertae in nostra collectione absunt:

*Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826) mutatio *hercynia* (Michaelsen, 1890)
*Dendrobaena oliveirae* (Rosa, 1894)
*Eisenia* (tum *Bimastus*) *eiseni* (Levinsen, 1884)

Adhuc igitur novimus ex Lusitania 19 species et 3 subspecies (sive mutationes). Ex Hispania 17 tantum species descriptae sunt, quarum quinque in Lusitania ignotae. Dubium non est, quin hi numeri non mediocriter augeri possint fauna terrestri peninsulae Pyrenaicae accuratius explorata.

# AS PASTAGENS DE CERVUM DA SERRA DA ESTRELA

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA AO LONGO DO SEU CICLO VEGETATIVO

POR *A. PEREIRA*
(Estação Agronómica Nacional)

### INTRODUÇÃO

É sobejamente conhecido o acentuado decréscimo que, ano após ano, se tem vindo a verificar nos efectivos pecuários apascentados na Serra da Estrela.

No entanto, ainda não vão longe os tempos em que numerosos rebanhos, vindos de diferentes pontos do País e até mesmo de algumas províncias espanholas, procuravam esta Serra privilegiada durante os meses de verão para nela encontrarem o pasto que a planície se negava então a fornecer-lhes.

Há menos de um século, em 1868, o Engenheiro FRANCISCO DA SILVA RIBEIRO (12) emitiu a opinião de que a Serra da Estrela não devia ser toda arborizada para «não prejudicar as immensas pastagens onde são apascentados, durante o verão, todos os rebanhos alemtejanos». Iguais referências «às immensas pastagens» da Serra da Estrela, aos seus «bellos arrelvados» e «prados alpestres» encontramos nas descrições das viagens e expedições científicas ali feitas por LINK & HOFFMANSEGG em 1798 [citadas por HENRIQUES (6)] e por RIVOLI em 1879 (13).

Assim era a Serra outrora... Hoje, mal decorrido um século, ao percorrê-la, quedamo-nos surpreendidos e confrangidos com a pobreza da sua vegetação, com a degradação das suas pastagens, com o progressivo desnudamento do solo e com as enormes extensões já completamente escalvadas e improdutivas!

A Serra, coberta por extensos tapetes verdes de belos arrelvados, profundo manancial de pastagens e de rebanhos, não é presentemente mais do que um logradoiro higiénico onde vão passar os meses de verão alguns rebanhos de ovelhas e cabras em número bastante reduzido — reduzido em relação aos tempos pas-

sados, mas grande em relação aos seus actuais recursos em pastos. E esta situação tende a agravar-se, de ano para ano, não só devido ao intenso e desordenado pastoreio feito de forma abusiva e revelando desconhecimento das mais elementares regras de exploração pastoril mas, ainda, à contínua ascensão do centeio, cuja cultura, feita em declives inacreditáveis, já ultrapassou os 1 700 m de altitude.

Por este caminhar, não virá longe o tempo em que se assista ao completo desaparecimento da já tão escassa e definhada vegetação da parte alta da serra, tornando-se toda essa vastidão campo aberto e propício à acção nefasta de todos os agentes erosivos.

Perante este quadro desolador, é evidente que urge encarar o problema das pastagens da Serra da Estrela, estudá-lo em todos os seus múltiplos e complexos aspectos e actuar, sem delongas, no sentido de impedir a sua continua degradação e de fomentar a restauração das suas pastagens. E, assim, se contribuirá para suavizar um pouco a vida, já de si tão penosa e difícil, dos pobres povos serranos que tanto dependem dos produtos dos seus gados.

Fomentando a regeneração e o melhoramento das pastagens serranas conseguiremos, cumulativamente, o aumento e melhoramento dos seus gados e a fixação e consolidação do solo, contribuindo-se, assim, para a luta eficaz contra a erosão.

Para justificar a necessidade de fomentar as pastagens serranas bastava sòmente a sua especial característica de o seu aproveitamento coincidir com uma época de penúria de forragens, ou seja o verão. Mas, no caso especial da Serra da Estrela, não devemos esquecer, ainda, que o aumento dos seus efectivos ovinos iria beneficiar duas importantes indústrias que têm como centro esta zona. Queremos referir-nos à indústria dos lanifícios e dos lacticínios da Serra.

Atendendo ao fim a que se destinam, à sua localização, aos rigores do clima, à rudimentar economia serrana e a toda a espécie de factores adversos com que é indispensável lutar, — entre os quais haverá que contar com a incompreensão e resistência dos próprios habitantes — o melhoramento das pastagens da Serra da Estrela há-de realizar-se muito lentamente e à base da sua própria e espontânea vegetação. Só na falta desta deverá recorrer-se a espécies exóticas oriundas de locais que possuam idênticas condições ecológicas.

Sendo assim, torna-se necessário proceder, no início de qualquer programa de melhoramento destas pastagens, ao estudo da respectiva flora e do valor de cada uma das espécies aí existentes, e isto tanto sob o aspecto da produção e da qualidade, como ainda das suas características quanto ao poder de fixação do solo.

Pelo que diz respeito à sua flora e vegetação, de há muito que esta Serra tem sido alvo de visitas e expedições científicas, por parte de botânicos tanto portugueses como estrangeiros, pelo que uma e outra são hoje bem conhecidas. A sistemática fitosociológica dos seus agrupamentos vegetais começou a ser estudada por Braun-Blanquet, Pinto da Silva, Rozeira & F. Fontes (4) e por Malato Beliz (2). Já o mesmo não pode dizer-se relativamente ao estudo do valor das espécies aí existentes, o qual se encontra ainda por fazer.

Sabe-se que nas pastagens da Serra da Estrela — vulgarmente designadas por cervum — predomina, quase exclusivamente, uma gramínea, a *Nardus stricta* L. geralmente considerada como um pasto de inferior qualidade e como índice de degradação das pastagens.

Não encontrámos na literatura consultada nenhum estudo completo da composição química desta gramínea donde possa inferir-se da sua qualidade. Os únicos dados analíticos e referências à sua composição são-nos fornecidos por Braun-Blanquet num trabalho (3) onde se diz:

« La valeur du Nard comme fourrage est faible. À l'état jeune il renferme pourtant une bonne part de matières nutritives. L'analyse des jeunes feuilles ramassées au Gothard à 1 900 m d'altitude donne les valeurs suivantes:

| | |
|---|---|
| Substances azotées . . . . . | 14,59 % |
| Extraits éthérés . . . . . | 2 % |
| Fibres . . . . . | 27,50 % |

« Au cours de son développement le pourcentage de silice et de cellulose augmente aux dépens de la protéine et des hydrates de carbone. Les feuilles durcissantes riches en silice deviennent piquantes. Aussi la plante adulte est-elle dédaignée par les bovidés et acceptée difficilement par les moutons, même lorsqu'ils n'ont rien d'autre à brouter. La Graminée s'étend, donc, constamment et tend à remplacer de plus en plus les bonnes plantes fourragères avidemment recherchées ».

À *Nardus* reconhece-se, no entanto, a faculdade de formar relvados cujas raizes, fortemente entrelaçadas e resistentes, protegem eficazmente o solo contra a erosão.

Perante o que acabamos de expor, e para se poder ajuizar do valor das pastagens de cervum, pareceu-nos que teria algum interesse, num futuro planeamento do melhoramento das pastagens da Serra da Estrela, o conhecimento da composição química destas pastagens naturais, e em especial da *Nardus stricta* L., no decurso do período do seu ciclo vegetativo e do aproveitamento pelo gado.

Eis, pois, o objectivo deste estudo (1).

## MATERIAL E MÉTODOS

O material de que nos servimos neste estudo foi colhido em dois locais da Serra da Estrela: Nave de Santo António e Vale das Éguas, situados aproximadamente à mesma altitude (1 550 e 1 500 m, respectivamente) e com um pH do solo quase idêntico (4,5 e 4,3), porém bastante distanciados entre si.

QUADRO I

Data dos cortes

| Locais | | Nave de Santo António | | | Vale das Éguas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1952 | 1953 | 1954 | 1952 | 1953 | 1954 |
| 1.º corte-Maio | Dia | 7 | 7 | 18 | 6 | 6 | 17 |
| 2.º » Junho | » | 4 | 3 | 7 | 3 | 1 | 7 |
| 3.º » Julho | » | 4 | 6 | 6 | 2 | 7 | 7 |
| 4.º » Agosto | » | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 2 |
| 5.º » Setembro | » | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 7 |
| 6.º » Outubro | » | 3 | 3 | 2 | 5 | 2 | 2 |
| 7.º » Novembro | » | 5 | 6 | 1 | 4 | 5 | 1 |

Em cada um destes locais vedámos ao gado duas pequenas parcelas de terreno, nas quais mensalmente (Quadro I) procedemos durante três anos (1952-54) ao corte de 3 $m^2$ (1 $m^2$ em cada sítio) de pastagem durante todo o seu ciclo vegetativo.

(1) Quando preparávamos este trabalho para publicação veio a lume um trabalho de MALATO-BELIZ (2) sobre «As pastagens de Servum (*Nardus stricta* L.) da Serra da Estrela» onde se encontram explanados alguns aspectos e possibilidades de melhoramento destas pastagens a que pretendiamos referir-nos, pelo que omitimos do presente trabalho tais considerações.

As amostras de cada corte, depois de pesadas, secas à sombra e expurgadas de algum resto de produção do ano anterior, foram divididas em dois lotes iguais. De um destes lotes retiravam-se todas as «ervas» que não fossem *Nardus*. Desta forma obtivemos de cada corte duas amostras: uma constituida pela pastagem total e que designamos por «pastagem» e a outra constituida apenas pela *Nardus stricta* L. Em cada uma destas amostras, depois de moída até passar pelo crivo de 1 mm de diâmetro, fizemos as seguintes determinações, seguindo os métodos utilizados no Departamento de Química Fisiológica da E. A. N., baseados nos métodos de análise da *Association of Official Agricultural Chemists* (1) e em indicações referidas por MERCÊS DE MELLO (9) e RUSSO (14):

1. *Humidade* — Por secagem em estufa a 100-105° C até peso constante.
2. *Azoto total* — Pelo método de KJELDAHL.
3. *Proteína bruta* — Calculada multiplicando a percentagem de azoto total pelo factor 6,25.
4. *Proteína pura* — Usando como precipitante ácido acético a 10%.
5. *Proteína verdadeira* — Pelo método de STUTZER-BARNSTEIN que emprega como precipitante da proteína uma solução de sulfato de cobre a 6% e uma solução de hidróxido de sódio a 1,25%.
6. *Proteína bruta indigestível* — Pelo método de A. STUTZER, modificado por SJOLLEMA & WEDEMEYER, empregando a pepsina activa em meio ácido (Solução de ClH a 1%).
7. *Proteína bruta digestível* — Calculada por diferença entre a proteína bruta indigestível.
8. *Proteína verdadeira digestível* — Calculada por diferença entre os valores da proteína verdadeira e da proteína não digestível.
9. *«Amidas»* — Obtidas por diferença entre a proteína bruta e a proteína verdadeira.
10. *Não-proteína* — Calculada por diferença entre a proteína bruta e a proteína pura.
11. *Lenhoso (Celulose bruta)* — Pelo método de WEENDE, digerindo o material com uma solução de ácido sulfúrico a 1,25% e depois com uma solução de hidróxido de sódio a 1,25%.
12. *Gordura bruta* — Pela extracção com éter sulfúrico.
13. *Substâncias extractivas não azotadas* — Calculadas pela diferença entre 100 e a soma das percentagens de proteína bruta, celulose bruta, gordura bruta e cinzas.
14. *Cinzas* — Por calcinação até peso constante numa mufla eléctrica regulada a temperatura não superior a 700° C.
15. *«Areia»* — Determinou-se nas cinzas, após a sua extracção a quente com uma solução de ClH a 10% e depois com uma de $CO_3Na_2$ a 5%.

16. *Sílica solúvel em álcali* — Determinada segundo os métodos de Análise da A. O. A. C. (1).
17. *Fósforo* — Pelo método de DENIGÈS, seguindo a técnica usada por LINDNER, e adaptada por PEREIRA (10).
18. *Cálcio* — Por precipitação sob a forma de $CaC_2O_4$ pelo método de MCCRUDDEN, a pH 4,0, segundo a descrição de PIPER (11), com subsequente titulação do oxalato com $KMnO_4$.
19. *Potássio* — Por meio do cobaltinitrito de sódio, por uma modificação do método de WILCOX introduzida por GARNAN (5).
20. *Valor-amido* — Calculado segundo método de KELLNER (7). Os coeficientes de digestibilidade adoptados para os vários cortes foram os seguintes: para o 1.º — os correspondentes aos de erva de pastagem (prados de Abril e meados de Maio); para o 2.º — os correspondentes à erva dos prados em Junho; para o 7.º — os correspondentes à erva em princípio de Outono; e para o 3.º, 4.º, 5.º e 6.º cortes adoptamos a média dos coeficientes de digestibilidade do 2.º e do 7.º.
21. *Unidades forrageiras (U. F.)* — Calculadas pelo método de LEROY (8). Adoptámos os seguintes coeficientes de conversão dos valores energéticos totais em U. F: no 1.º corte — 1,20 (correspondente a ervas novas); no 2.º — 1,15 (correspondente a ervas em floração); no 7.º — 0,85 (correspondente ao feno de prado vulgar); e nos 3.º, 4.º, 5.º e 6.º cortes — 1,00 (correspondente à média dos coeficientes do 2.º e do 7.º cortes).

## RESULTADOS E SUA DISCUSSÃO

Nas Tabelas I-VI e Fig. 1-4 apresentam-se os valores encontrados no decurso do ciclo vegetativo das pastagens nos dois locais indicados da Serra da Estrela.

Estes valores dizem respeito a colheitas feitas durante os anos 1952-54. As diferenças, por vezes encontradas de ano para ano nos valores referentes a alguns dos cortes de cada mês, tanto na produção como na composição química, atribuimo-las a diferenças no desenvolvimento das pastagens quando dos cortes. É que, não obstante termos efectuado todos os anos os cortes na primeira semana de cada mês (apenas o corte de Maio do ano de 1954 foi feito um pouco mais tarde) o desenvolvimento vegetativo apresentava variações de ano para ano, de acordo com as condições climáticas ocorridas.

A Tabela I mostra os valores das produções, referidas a kg/ha, da matéria verde e da matéria seca à sombra. Esta última encontra-se, ainda, fraccionada em dois lotes: o primeiro, constituido pela *Nardus stricta* L. e o segundo, pelas «Outras espécies». Na

## TABELA I

Produções (em kg/ha) das pastagens de cervum no decurso do seu ciclo vegetativo

| | Cortes | Matéria verde | | | | Matéria seca à sombra | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Total | | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Outras espécies | | | | |
| | | 1952 | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Média | % | 1952 | 1953 | 1954 | Média | % |
| Nave de Santo António | 1.º | 1 570 | 630 | 3 450 | 1 883 | 680 | 300 | 1 660 | 880 | 600 | 290 | 1 600 | 830 | 94 | 80 | 10 | 60 | 50 | 6 |
| | 2.º | 2 500 | 3 890 | — | 3 195 | 1 300 | 1 800 | — | 1 550 | 1 200 | 1 750 | — | 1 475 | 94 | 100 | 50 | — | 75 | 6 |
| | 3.º | 6 000 | 5 660 | 6 210 | 5 957 | 2 950 | 2 806 | 3 160 | 2 972 | 2 830 | 2 673 | 2 980 | 2 828 | 95 | 120 | 133 | 180 | 144 | 5 |
| | 4.º | 5 930 | 6 133 | 6 580 | 6 214 | 3 130 | 3 507 | 3 990 | 3 542 | 2 770 | 3 347 | 3 850 | 3 322 | 93 | 360 | 160 | 140 | 220 | 7 |
| | 5.º | 8 170 | 4 170 | 6 000 | 6 113 | 4 660 | 2 437 | 3 770 | 3 622 | 4 240 | 2 333 | 3 650 | 3 408 | 95 | 420 | 104 | 120 | 214 | 5 |
| | 6.º | 4 500 | 2 127 | 3 770 | 3 466 | 3 830 | 1 660 | 3 090 | 2 860 | 3 753 | 1 640 | 3 020 | 2 804 | 98 | 77 | 20 | 70 | 56 | 2 |
| | 7.º | 4 170 | 3 867 | 3 850 | 3 962 | 2 639 | 2 820 | 3 060 | 2 840 | 2 586 | 2 753 | 3 030 | 2 790 | 98 | 53 | 67 | 30 | 50 | 2 |
| Vale das Éguas | 1.º | 1 050 | 670 | 2 190 | 1 303 | 400 | 350 | 1 210 | 653 | 360 | 330 | 1 170 | 620 | 93 | 40 | 20 | 40 | 33 | 7 |
| | 2.º | 4 120 | 3 700 | 4 300 | 4 040 | 1 830 | 1 650 | 2 610 | 2 030 | 1 680 | 1 540 | 2 320 | 1 847 | 91 | 150 | 110 | 290 | 183 | 9 |
| | 3.º | 6 830 | 3 950 | 5 400 | 5 393 | 3 200 | 2 533 | 3 040 | 2 924 | 3 000 | 2 383 | 2 820 | 2 734 | 94 | 220 | 150 | 220 | 190 | 6 |
| | 4.º | 5 070 | 4 450 | 5 290 | 4 937 | 2 900 | 2 850 | 3 100 | 2 950 | 2 520 | 2 677 | 2 930 | 2 709 | 92 | 380 | 173 | 170 | 241 | 8 |
| | 5.º | 5 070 | 4 900 | 3 780 | 4 583 | 3 530 | 2 693 | 2 690 | 2 971 | 3 300 | 2 560 | 2 600 | 2 820 | 95 | 230 | 133 | 90 | 151 | 5 |
| | 6.º | 3 000 | 4 233 | 3 690 | 3 641 | 2 683 | 2 310 | 3 060 | 2 684 | 2 576 | 2 247 | 2 950 | 2 591 | 96 | 107 | 63 | 110 | 93 | 4 |
| | 7.º | 4 000 | 4 333 | 5 460 | 4 597 | 3 230 | 3 036 | 3 420 | 3 228 | 3 165 | 2 973 | 3 380 | 3 172 | 98 | 65 | 63 | 40 | 56 | 2 |

Fig. 1 representam-se gràficamente as médias destas produções e na Tabela II inserem-se, pela sua ordem de presença, as espécies que apareceram a acompanhar a *Nardus*.

Da simples observação dos valores relativos às produções infere-se imediatamente que as produções unitárias destas pasta-

Fig. 1 — Médias das produções das pastagens de cervum na Nave de Santo António e no Vale das Éguas (1952-54).

gens são muito reduzidas. O valor máximo encontrado de matéria verde foi de 6 214 kg/ha na Nave de Santo António, em Agosto, e o de matéria seca foi apenas de 3 622 kg/ha, também na Nave de Santo António, em Setembro. O período de produção mais elevado de matéria seca verificou-se nos meses de Agosto e Setembro.

Convém ainda notar que estas produções são, geralmente, ainda superiores às quantidades consumidas pelo gado, uma vez que este, não estando sujeito a qualquer espécie de ordenamento pastoril, percorre todos os dias as mesmas grandes extensões da

Serra. Com este tipo de pastoreio o cervum não é comido nem totalmente, nem na melhor época de produção em cada local, visto que o gado prefere a parte que se encontra mais jóvem e mais tenra. A restante vai crescendo e endurecendo e, nesse estado, o gado dificilmente a consome. É certo também que, quando o cervum é comido nas primeiras fases do seu desenvolvimento, se verifica uma certa rebentação, mas esta é, geralmente, muito reduzida e não chega a compensar a que fica por comer por se tornar excessivamente rija e pisada.

Verificado, assim, que a quantidade de pastagem extraída pelo gado, por unidade de superfície, é muito reduzida, resulta que a densidade de gado terá, forçosamente, de ser muito fraca. E, se a par desta fraca produção, considerarmos ainda que a área das pastagens tem vindo a diminuir progressivamente, fàcilmente compreenderemos o constante decréscimo dos efectivos pecuários na Serra da Estrela.

Pelo que respeita à variação das produções destas pastagens ao longo do ano, observa-se o seguinte (Fig. 1):

A produção de matéria verde aumenta ràpidamente de Maio a Julho. A partir desta data começa a diminuir muito lentamente, a princípio, até Setembro, e depois mais acentuadamente. De Outubro a Novembro, possìvelmente devido às chuvas que nesta altura se verificam, a produção aumenta novamente. O período de maior produção da matéria verde vai de Julho a Setembro, com uma produção média de 5 500 kg/ha, aproximadamente.

Na produção de matéria seca observa-se, tal como na matéria verde, um sensível aumento de Maio a Julho, mas a partir desta data e até Agosto a produção continua ainda a aumentar, embora já menos acentuadamente. De Agosto a Setembro a produção mantém-se mais ou menos constante, e a partir desta data começa a decrescer. De Outubro e Novembro, tal como a da matéria verde, a produção aumenta de novo. O período de maior produção de matéria seca verifica-se nos meses de Agosto e Setembro, com uma produção média de 3 270 kg/ha.

Reparando nas proporções das espécies componentes destas pastagens verifica-se que elas são constituidas, quase exclusivamente, pela *Nardus stricta* L. a qual constitue 91 a 98 % da pastagem total. Os restantes 2 a 9 % são constituidos por uma mistura de espécies (Tabela II) em que predomina o *Galium saxatile* L. e o *Juncus squarrosus* L.

## TABELA II

Espécies que acompanhavam a *Nardus stricta* L.

| Espécies | Nave de Santo António | | | | | | | Vale das Éguas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cortes: | | | | | | | Cortes: | | | | | | |
| | 1.º | 2.º | 3.º | 4.º | 5.º | 6.º | 7.º | 1.º | 2.º | 3.º | 4.º | 5.º | 6.º | 7.º |
| *Galium saxatile* L. | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| *Juncus squarrosus* L. | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| *Potentilla erecta* (L.) RÄUSCHEL | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| *Festuca ovina* L. ssp. *duriuscula* (L.) HACK. | × | × | × | × | × | | | × | × | × | × | × | × | × |
| *Festuca rubra* L. | | × | × | × | × | | | | × | × | × | | | |
| *Ranunculus gallecicus* FREYN | | | × | × | | | | × | × | × | × | × | | |
| *Polytrichum piliferum* SCHREB. | | | | × | × | × | × | | | | × | | | |
| *Agrostis castellana* BSS. & REUT. | | | | × | × | × | | | | | | | × | |
| *Lotus corniculatus* L. | | | | × | × | | | | | | × | × | × | |
| *Rumex Acetosella* L. ssp. *angiocarpus* (MURB.) P. COUT. | | | | × | × | × | × | | | | | | | |
| *Narcissus* cf. *nivalis* GRAELLS | | | × | | | | | | | | | × | | |
| *Crocus* cf. *asturicus* HERBERT | | | | | | | × | | | | | | × | × |
| *Cerastium ramosissimum* BSS. | × | | | | | | | | | | | | | |
| *Ornithopus perpusillus* L. | | × | | | | | | | | | | | | |
| *Holcus lanatus* L. | | | | | | | | | | | × | | | |
| *Campanula herminii* HOFFGG. & LK. | | | | | | | | | | | | × | | |
| *Luzula campestris* (L.) DC. | | | | | | | | × | | | | | | |

TABELA III

Composição química (% m. s.) das pastagens de cervum no decurso do ciclo vegetativo

1. — Proteína bruta, gordura bruta, lenhoso, cinzas e substâncias extractivas não azotadas

| | Cortes | Proteína bruta | | | | | | | | Gordura bruta | | | | | | | | Lenhoso | | | | | | | | Cinzas | | | | | | | | Subst. extr. não azotadas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | |
| | | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (52-54) | Médias (53-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (52-54) | Médias (53-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (52-54) | Médias (53-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (52-54) | Médias (53-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (52-54) | Médias (53-54) | 1953 | 1954 | Média |
| Nave de Santo António | 1.º | 14,09 | 16,94 | 13,02 | 14,68 | 14,98 | 17,00 | 13,42 | 15,21 | 2,13 | 3,36 | 2,77 | 2,75 | 3,06 | 3,30 | 2,64 | 2,97 | 27,94 | 26,38 | 26,85 | 27,07 | 26,62 | 26,48 | 26,92 | 26,70 | 5,42 | 5,30 | 4,17 | 4,96 | 4,74 | 5,36 | 4,14 | 4,75 | 50,42 | 48,02 | 53,19 | 50,54 | 50,60 | 47,86 | 52,89 | 50,38 |
| | 2.º | 12,01 | 11,75 | 13,75 | 12,50 | 12,75 | 11,62 | 13,64 | 12,63 | 2,30 | 3,39 | 2,36 | 2,68 | 2,88 | 3,37 | 2,36 | 2,86 | 31,02 | 29,94 | 29,70 | 30,22 | 29,82 | 30,51 | 29,92 | 30,22 | 4,85 | 4,74 | 4,50 | 4,70 | 4,62 | 4,77 | 4,44 | 4,60 | 49,52 | 50,18 | 49,69 | 49,90 | 49,94 | 49,73 | 49,64 | 49,6 |
| | 3.º | 10,44 | — | 9,57 | 10,00 | 9,57 | — | 9,61 | 9,61 | 2,08 | 3,55 | 3,26 | 2,96 | 3,40 | 3,51 | 3,10 | 3,30 | 32,69 | — | 30,32 | 31,50 | 30,32 | — | 30,19 | 30,19 | 5,72 | 5,56 | 4,27 | 5,18 | 4,92 | 5,56 | 4,41 | 4,98 | 49,07 | — | 52,58 | 50,82 | 52,58 | — | 52,69 | 52,69 |
| | 4.º | 9,32 | 10,94 | 7,24 | 9,17 | 9,09 | 11,06 | 7,39 | 9,22 | 3,17 | 3,96 | 3,12 | 3,42 | 3,54 | 4,09 | 3,44 | 3,76 | 31,73 | 30,76 | 32,71 | 31,73 | 31,74 | 30,54 | 32,77 | 31,66 | 6,04 | 5,55 | 4,39 | 5,33 | 4,97 | 5,52 | 4,29 | 4,91 | 49,74 | 48,79 | 52,54 | 50,36 | 50,66 | 48,79 | 52,16 | 50,48 |
| | 5.º | 8,50 | 8,62 | 5,99 | 7,70 | 7,30 | 8,38 | 7,06 | 7,72 | 3,02 | 4,48 | 3,58 | 3,69 | 4,03 | 4,65 | 3,70 | 4,18 | 30,82 | 31,38 | 35,26 | 32,49 | 33,32 | 31,46 | 36,49 | 33,98 | 5,56 | 5,26 | 4,85 | 5,22 | 5,06 | 5,31 | 4,78 | 5,04 | 52,70 | 50,26 | 50,32 | 50,89 | 50,29 | 50,20 | 47,97 | 49,08 |
| | 6.º | 6,76 | 6,06 | 5,01 | 5,94 | 5,54 | 6,00 | 5,22 | 5,61 | 3,10 | 4,01 | 4,20 | 3,77 | 4,10 | 4,18 | 4,25 | 4,22 | 30,53 | 30,92 | 35,96 | 32,47 | 33,44 | 31,22 | 35,56 | 33,39 | 5,44 | 4,01 | 4,74 | 4,73 | 4,38 | 4,12 | 5,02 | 4,57 | 54,17 | 55,00 | 50,09 | 53,09 | 52,54 | 54,48 | 49,95 | 52,22 |
| | 7.º | 3,88 | 3,88 | 3,99 | 3,92 | 3,94 | 3,94 | 3,89 | 3,92 | 2,74 | 3,88 | 3,95 | 3,52 | 3,92 | 3,31 | 4,38 | 3,84 | 31,84 | 31,69 | 38,58 | 34,04 | 35,14 | 31,94 | 38,63 | 35,28 | 5,17 | 3,86 | 4,16 | 4,40 | 4,01 | 3,90 | 4,09 | 4,00 | 56,37 | 56,69 | 49,32 | 54,13 | 53,00 | 56,35 | 49,01 | 52,68 |
| Vale das Éguas | 1.º | 15,69 | 15,38 | 14,33 | 15,13 | 14,86 | 16,06 | 14,78 | 15,42 | 2,16 | 2,19 | 2,89 | 2,41 | 2,54 | 2,62 | 2,79 | 2,70 | 26,51 | 25,15 | 26,57 | 26,08 | 25,86 | 23,82 | 26,34 | 25,08 | 4,14 | 4,65 | 4,78 | 4,52 | 4,72 | 4,86 | 4,89 | 4,88 | 51,50 | 52,63 | 51,43 | 51,85 | 52,03 | 52,64 | 51,20 | 51,92 |
| | 2.º | 11,32 | 12,12 | 11,62 | 11,69 | 11,87 | 11,62 | 11,86 | 11,74 | 2,12 | 2,88 | 2,53 | 2,51 | 2,70 | 3,00 | 2,74 | 2,87 | 31,20 | 30,30 | 29,18 | 30,23 | 29,74 | 30,05 | 28,17 | 29,11 | 4,05 | 4,59 | 4,69 | 4,44 | 4,64 | 4,57 | 5,06 | 4,82 | 51,31 | 50,11 | 51,98 | 51,13 | 51,04 | 50,76 | 52,17 | 51,46 |
| | 3.º | 10,52 | 9,50 | 9,88 | 9,97 | 9,69 | 9,69 | 9,64 | 9,66 | 1,72 | 2,39 | 3,08 | 2,40 | 2,74 | 2,59 | 3,29 | 2,94 | 33,68 | 31,02 | 30,24 | 31,65 | 30,63 | 30,63 | 30,18 | 30,40 | 4,26 | 4,29 | 4,52 | 4,36 | 4,40 | 4,23 | 4,52 | 4,38 | 49,82 | 52,80 | 52,28 | 51,63 | 52,54 | 52,86 | 52,37 | 52,62 |
| | 4.º | 7,88 | 8,81 | 8,38 | 8,36 | 8,60 | 8,94 | 8,29 | 8,62 | 2,64 | 3,44 | 3,26 | 3,11 | 3,35 | 3,56 | 3,36 | 3,46 | 30,92 | 30,69 | 30,92 | 30,84 | 30,80 | 30,18 | 30,34 | 30,26 | 4,48 | 4,61 | 4,36 | 4,48 | 4,48 | 4,62 | 4,44 | 4,53 | 54,07 | 52,45 | 53,08 | 53,20 | 52,76 | 52,70 | 53,57 | 53,14 |
| | 5.º | 7,42 | 7,56 | 6,84 | 7,27 | 7,20 | 7,62 | 7,06 | 7,34 | 2,44 | 4,10 | 3,68 | 3,41 | 3,89 | 4,00 | 3,63 | 3,82 | 31,77 | 31,52 | 35,46 | 32,92 | 33,49 | 32,09 | 35,10 | 33,60 | 4,56 | 4,80 | 4,92 | 4,76 | 4,86 | 4,81 | 4,85 | 4,83 | 53,81 | 52,02 | 49,10 | 51,64 | 50,56 | 51,48 | 49,36 | 50,42 |
| | 6.º | 5,48 | 6,81 | 6,40 | 6,23 | 6,60 | 6,88 | 6,17 | 6,52 | 2,52 | 4,16 | 4,09 | 3,59 | 4,12 | 4,16 | 4,15 | 4,16 | 31,05 | 31,06 | 36,15 | 32,76 | 33,66 | 30,32 | 35,62 | 32,97 | 4,48 | 5,15 | 5,18 | 4,94 | 5,16 | 5,26 | 5,58 | 5,42 | 56,48 | 52,72 | 48,18 | 52,46 | 50,45 | 53,38 | 48,48 | 50,93 |
| | 7.º | 4,31 | 5,12 | 4,52 | 4,65 | 4,82 | 5,12 | 5,15 | 5,14 | 2,65 | 3,45 | 3,78 | 3,29 | 3,62 | 3,33 | 3,84 | 3,58 | 31,68 | 30,98 | 40,62 | 34,43 | 35,80 | 31,15 | 39,06 | 35,10 | 4,81 | 4,78 | 6,46 | 5,35 | 5,62 | 5,02 | 6,90 | 5,96 | 56,55 | 55,67 | 44,62 | 52,28 | 50,14 | 55,38 | 45,05 | 50,22 |

Nota-se, pois, uma ausência quase completa de leguminosas na flora destas pastagens. As únicas que encontrámos, e com reduzida representação, foram o *Lotus corniculatus* L. e o *Ornithopus perpusillus* L.

Passemos agora a estudar estas pastagens sob o aspecto qualitativo.

Examinando os valores relativos à composição química, referidos à matéria seca a 100-105° C (Tabelas III, IV, V, VI), verifica-se em primeiro lugar que não há grandes diferenças entre os valores encontrados para as pastagens da Nave de Santo António e do Vale das Éguas. Também não existem diferenças entre os valores da «pastagem» e os da *Nardus stricta* L. A contribuição das espécies que acompanham a *Nardus* é, como acabámos de ver, insignificante. Sendo assim, ao procurarmos apreciar os valores relativos a estas pastagens, quanto à sua composição química, será indiferente considerar quer os valores obtidos para a pastagem total, quer os obtidos para a *Nardus stricta* L. Como para a *Nardus* possuimos dados de três anos, as considerações que a seguir se fazem vão incidir directamente sobre estes valores. Tais considerações serão válidas, como é óbvio, para a pastagem total.

Comecemos pela Tabela III e respectivo gráfico (Fig. 2) onde se encontram as percentagens da proteína, gordura, lenhoso, cinzas e substâncias extractivas não azotadas.

A proteína é de todos estes grupos de substâncias o que sofre maior variação e o único que diminui constantemente ao longo de todo o ciclo vegetativo da *Nardus*. Quando jovem, a *Nardus* é bastante rica em proteína (14,9%), mas, à medida que se vai desenvolvendo, a sua proteína diminui constantemente até atingir um valor muito reduzido em Novembro (4,4%), quando já rijo e completamente seco. Esta riqueza da *Nardus* no estado jovem e o seu progressivo decréscimo estão de acordo com o verificado por Braun-Blanquet (3). No período de maior produção de matéria seca a média da percentagem de proteína é de 8,8, em Agosto, e de 7,5 em Setembro.

A percentagem de gordura bruta é bastante elevada e, facto a assinalar, aumenta no decurso do seu ciclo vegetativo, sobretudo a partir de Julho, atingindo o máximo valor em Outubro.

A celulose bruta ou lenhoso tem uma variação bastante acentuada, pois vai de 26,6%, em Maio, a 34,2%, em Novembro. É no

início (Maio a Julho) e no final (Outubro a Novembro) do seu desenvolvimento que se verificam aumentos mais acentuados no lenhoso. De Julho a Outubro a variação é muito reduzida.

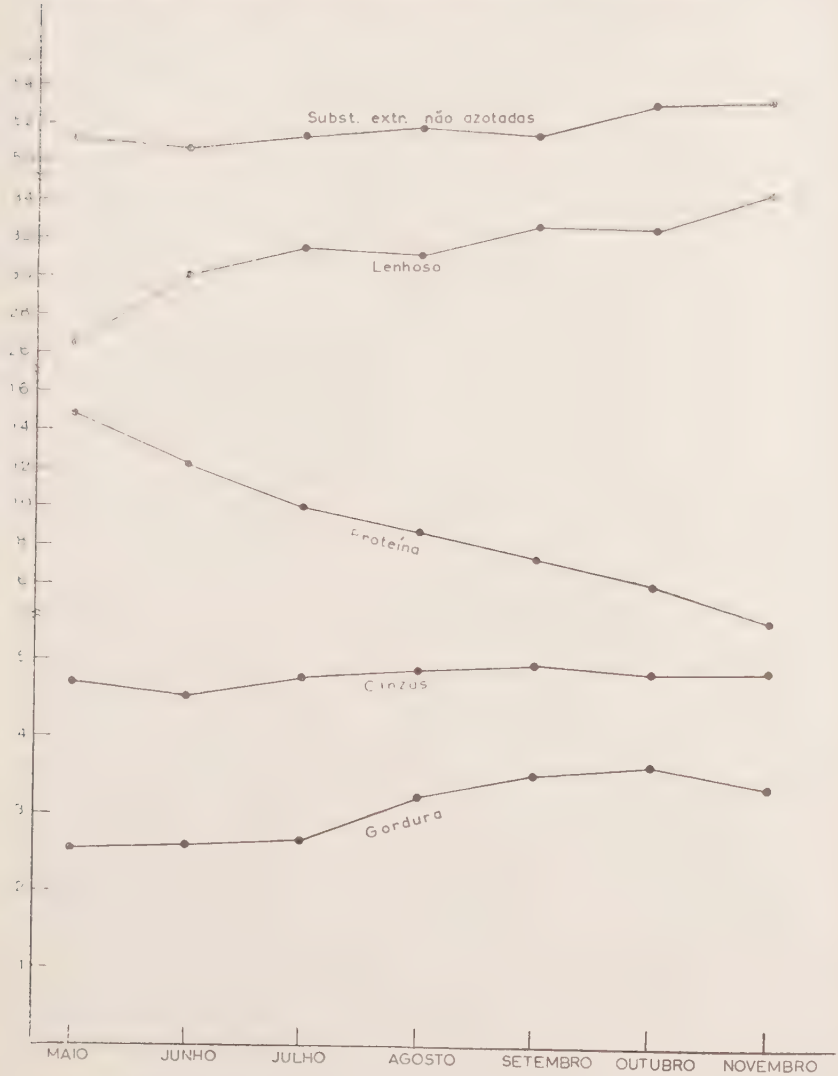



Fig. 2 — Gordura, cinzas, proteína, lenhoso e substâncias extractivas não azotadas na *Nardus stricta* L. durante o seu ciclo vegetativo. Médias de 3 anos (1952-54) e de 2 locais (Nave de Santo António e Vale das Éguas).

TABELA IV

Composição química (% m. s.) das pastagens de cervum no decurso do ciclo vegetativo

2. — Proteína

| | Cortes | Proteína bruta | | | | | | Proteína bruta indigestível | | | | | | | | Proteína bruta digestível | | | | | | Proteína verdadeira | | | | | | Proteína verdadeira digestível | | | | | | Proteína pura | | | | | | Azoto | | | | | | Não-proteína | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | Pastagem | | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | | |
| | | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | % em (A) | 1953 | 1954 | Média | % em (A) | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1954 | Média |
| Nave de Santo António | 1.º | 16,94 | 13,02 | 14,98 | 17,00 | 13,42 | 15,21 | 2,99 | 1,98 | 2,48 | 16,6 | 3,06 | 1,84 | 2,45 | 16,1 | 13,95 | 11,04 | 12,50 | 13,94 | 11,58 | 12,76 | 14,09 | 11,08 | 12,58 | 14,04 | 11,37 | 12,70 | 11,10 | 9,10 | 10,10 | 10,98 | 9,53 | 10,25 | 12,46 | 9,72 | 11,09 | 12,85 | 9,88 | 11,36 | 2,85 | 1,93 | 2,39 | 2,96 | 2,05 | 2,50 | 4,48 | 3,30 | 3,89 | 4,15 | 3,54 | 3,84 |
| | 2.º | 11,75 | 13,75 | 12,75 | 11,62 | 13,64 | 12,63 | 2,44 | 2,65 | 2,54 | 19,9 | 2,54 | 2,68 | 2,61 | 20,7 | 9,31 | 11,10 | 10,20 | 9,08 | 10,96 | 10,02 | 10,16 | 11,01 | 10,58 | 9,44 | 10,86 | 10,15 | 7,72 | 8,36 | 8,04 | 6,90 | 8,18 | 7,54 | 9,13 | 8,79 | 8,96 | 9,11 | 8,53 | 8,82 | 1,59 | 2,74 | 2,16 | 2,18 | 2,78 | 2,48 | 2,62 | 4,96 | 3,79 | 2,51 | 5,11 | 3,81 |
| | 3.º | — | 9,57 | 9,57 | — | 9,61 | 9,61 | — | 1,94 | 1,94 | 20,3 | — | 2,05 | 2,05 | 21,3 | — | 7,63 | 7,63 | — | 7,56 | 7,56 | — | 8,22 | 8,22 | — | 7,73 | 7,73 | — | 6,28 | 6,28 | — | 5,68 | 5,68 | — | 6,89 | 6,89 | | 6,91 | 6,91 | — | 1,35 | 1,35 | — | 1,88 | 1,88 | — | 2,68 | 2,68 | — | 2,70 | 2,70 |
| | 4.º | 10,94 | 7,24 | 9,09 | 11,06 | 7,39 | 9,22 | 2,55 | 1,81 | 2,18 | 24,0 | 2,32 | 1,70 | 2,01 | 21,8 | 8,39 | 5,43 | 6,91 | 8,74 | 5,69 | 7,22 | 9,09 | 6,12 | 7,62 | 9,12 | 6,38 | 7,75 | 6,54 | 4,35 | 5,44 | 6,80 | 4,68 | 5,74 | 8,04 | 5,89 | 6,96 | 8,16 | 5,88 | 7,02 | 1,85 | 1,98 | 1,46 | 1,94 | 1,01 | 1,48 | 2,90 | 1,35 | 2,12 | 2,90 | 1,51 | 2,20 |
| | 5.º | 8,62 | 5,99 | 7,30 | 8,38 | 7,06 | 7,72 | 1,92 | 1,51 | 1,72 | 23,6 | 1,71 | 1,46 | 1,58 | 20,5 | 6,70 | 4,48 | 5,59 | 6,67 | 5,60 | 6,14 | 7,68 | 5,23 | 6,46 | 7,42 | 5,28 | 6,35 | 5,76 | 3,72 | 4,74 | 5,71 | 3,82 | 4,76 | 7,06 | 4,36 | 5,71 | 6,70 | 4,44 | 5,57 | 0,94 | 0,76 | 0,85 | 0,96 | 1,78 | 1,37 | 1,56 | 1,63 | 1,60 | 1,68 | 2,62 | 2,15 |
| | 6.º | 6,06 | 5,01 | 5,54 | 6,00 | 5,22 | 5,61 | 1,90 | 1,83 | 1,86 | 33,6 | 1,85 | 1,98 | 1,92 | 34,2 | 4,16 | 3,18 | 3,67 | 4,15 | 3,24 | 3,70 | 5,17 | 4,28 | 4,72 | 5,09 | 4,52 | 4,80 | 3,27 | 2,45 | 2,86 | 3,24 | 2,54 | 2,89 | 4,77 | 4,02 | 4,40 | 4,46 | 4,00 | 4,23 | 0,89 | 0,73 | 0,81 | 0,91 | 0,70 | 0,80 | 1,29 | 0,99 | 1,14 | 1,54 | 1,22 | 1,38 |
| | 7.º | 3,88 | 3,99 | 3,94 | 3,94 | 3,89 | 3,92 | 1,44 | 2,22 | 1,83 | 46,4 | 1,48 | 1,89 | 1,68 | 42,8 | 2,44 | 1,77 | 2,10 | 2,46 | 2,00 | 2,23 | 3,48 | 3,63 | 3,56 | 3,61 | 3,41 | 3,51 | 2,04 | 1,41 | 1,72 | 2,13 | 1,52 | 1,82 | 3,19 | 3,31 | 3,25 | 3,39 | 3,28 | 3,34 | 0,40 | 0,36 | 0,38 | 0,33 | 0,48 | 0,40 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,55 | 0,61 | 0,58 |
| Vale das Éguas | 1.º | 15,38 | 14,33 | 14,86 | 16,06 | 14,78 | 15,42 | 3,05 | 1,80 | 2,42 | 16,3 | 3,13 | 1,93 | 2,53 | 16,4 | 12,33 | 12,53 | 12,43 | 12,93 | 12,85 | 12,89 | 12,98 | 12,36 | 12,67 | 13,81 | 12,88 | 13,34 | 9,93 | 10,56 | 10,24 | 10,68 | 10,95 | 10,82 | 11,14 | 11,16 | 11,15 | 12,32 | 11,63 | 11,98 | 2,40 | 1,97 | 2,18 | 2,25 | 1,90 | 2,08 | 4,24 | 3,17 | 3,70 | 3,74 | 3,15 | 3,44 |
| | 2.º | 12,12 | 11,62 | 11,87 | 11,62 | 11,86 | 11,74 | 2,68 | 2,42 | 2,55 | 21,5 | 2,91 | 2,36 | 2,64 | 22,5 | 9,44 | 9,20 | 9,32 | 8,71 | 9,50 | 9,10 | 10,76 | 10,02 | 10,39 | 10,66 | 11,09 | 10,88 | 8,08 | 7,60 | 7,84 | 7,75 | 8,73 | 8,24 | 10,35 | 8,32 | 9,34 | 9,74 | 8,77 | 9,26 | 1,36 | 1,60 | 1,48 | 0,96 | 0,77 | 0,86 | 1,77 | 3,30 | 2,54 | 1,88 | 3,09 | 2,48 |
| | 3.º | 9,50 | 9,88 | 9,69 | 9,69 | 9,64 | 9,66 | 2,21 | 2,14 | 2,18 | 22,5 | 2,38 | 2,05 | 2,22 | 23,0 | 7,29 | 7,74 | 7,52 | 7,31 | 7,59 | 7,45 | 8,32 | 8,29 | 8,30 | 8,59 | 8,14 | 8,36 | 6,11 | 6,15 | 6,13 | 6,21 | 6,09 | 6,15 | 7,43 | 7,09 | 7,26 | 7,77 | 7,10 | 7,44 | 1,18 | 1,59 | 1,38 | 1,10 | 1,50 | 1,30 | 2,07 | 2,79 | 2,43 | 1,92 | 2,54 | 2,23 |
| | 4.º | 8,81 | 8,38 | 8,60 | 8,94 | 8,29 | 8,62 | 2,14 | 2,08 | 2,11 | 25,3 | 2,49 | 2,42 | 2,46 | 28,5 | 6,67 | 6,30 | 6,48 | 6,45 | 5,87 | 6,16 | 7,60 | 7,32 | 7,46 | 7,58 | 7,90 | 7,74 | 5,46 | 5,24 | 5,35 | 5,09 | 5,48 | 5,28 | 7,06 | 6,46 | 6,76 | 7,16 | 7,62 | 7,39 | 1,21 | 1,06 | 1,14 | 1,36 | 0,39 | 0,88 | 1,75 | 1,92 | 1,84 | 1,78 | 0,67 | 1,22 |
| | 5.º | 7,56 | 6,84 | 7,20 | 7,62 | 7,06 | 7,34 | 1,71 | 1,89 | 1,80 | 25,0 | 2,03 | 1,84 | 1,94 | 26,4 | 5,85 | 4,95 | 5,40 | 5,59 | 5,22 | 5,40 | 6,54 | 6,08 | 6,31 | 6,56 | 6,09 | 6,32 | 4,83 | 4,19 | 4,51 | 4,53 | 4,25 | 4,39 | 5,64 | 5,02 | 5,33 | 5,73 | 5,73 | 5,73 | 1,02 | 0,76 | 0,89 | 1,06 | 0,97 | 1,02 | 1,92 | 1,82 | 1,87 | 1,89 | 1,33 | 1,62 |
| | 6.º | 6,81 | 6,40 | 6,60 | 6,88 | 6,17 | 6,52 | 1,92 | 2,16 | 2,04 | 30,9 | 2,16 | 2,32 | 2,24 | 34,4 | 4,89 | 4,24 | 4,56 | 4,72 | 3,85 | 4,28 | 5,24 | 5,34 | 5,29 | 5,48 | 5,52 | 5,50 | 3,32 | 3,18 | 3,25 | 3,32 | 3,20 | 3,26 | 4,91 | 4,66 | 4,78 | 4,98 | 4,87 | 4,92 | 1,57 | 1,06 | 1,32 | 1,40 | 0,65 | 1,02 | 1,90 | 1,74 | 1,82 | 1,90 | 1,30 | 1,60 |
| | 7.º | 5,12 | 4,52 | 4,82 | 5,12 | 5,15 | 5,14 | 1,91 | 2,28 | 2,10 | 43,6 | 2,23 | 2,42 | 2,32 | 45,1 | 3,21 | 2,24 | 2,72 | 2,89 | 2,73 | 2,81 | 4,39 | 4,26 | 4,32 | 4,66 | 4,52 | 4,59 | 2,48 | 1,98 | 2,23 | 2,43 | 2,10 | 2,26 | 4,06 | 3,85 | 3,96 | 3,50 | 4,10 | 3,80 | 0,73 | 0,26 | 0,50 | 0,46 | 0,63 | 0,54 | 1,06 | 0,67 | 0,86 | 1,62 | 1,05 | 1,34 |

A percentagem de cinza é mais ou menos constante no decurso do ciclo vegetativo.

Exercendo a proteína função de tanta importância na alimentação animal e, consequentemente, na valorização das pastagens, vale a pena determo-nos um pouco no seu estudo determinando a

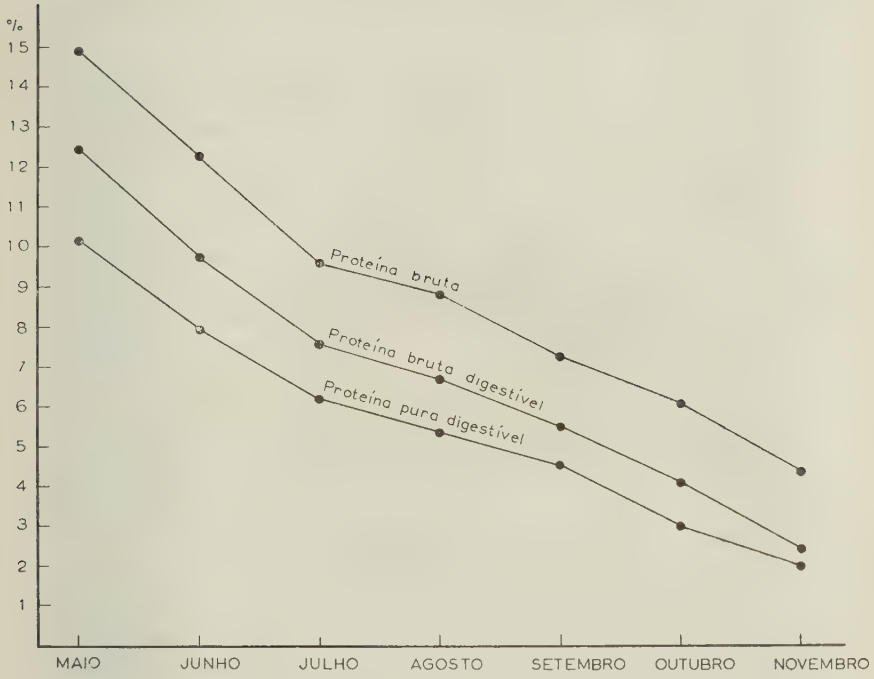



Fig. 3 — Proteína bruta, proteína bruta digestível e proteína verdadeira digestível na *Nardus stricta* L. durante o seu ciclo vegetativo. Médias de 2 anos (1953-54) e de 2 locais (Nave de Santo António e Vale das Éguas).

proteína verdadeira, as «amidas», a proteína pura, a não-proteína e a proteína indigestível.

O valores apresentados na Tabela IV e Fig. 3 mostram-nos que a proteína bruta indigestível diminui, ligeiramente, com o desenvolvimento da *Nardus*. Mas o que mais interessa apreciar é a sua proporção na proteína total. Calculando essa proporção verifica-se que aumenta constantemente. Este aumento torna-se

bastante acentuado a partir de Outubro e chega a atingir mais de 40 %, em Novembro. A este aumento da proporção da proteína indigestível corresponde uma diminuição das percentagens das proteínas digestíveis, tanto da bruta como da verdadeira.

Verifica-se, ainda, que tanto a proteína verdadeira e as «amidas» como a proteína pura e a não-proteína sofrem uma diminuição que é mais ou menos proporcional à diminuição da proteína bruta.

Do exposto sobre a variação da proteína da *Nardus* ao longo do seu ciclo vegetativo deduz-se que a sua proteína não só decresce com o desenvolvimento, como ainda se vai tornando cada vez menos digestível.

Na Tabela V apresentam-se os valores-amido e unidades forrageiras destas pastagens, como indicadores do seu valor nutritivo. Tanto os valores-amido como as U. F. sofrem uma diminuição ao longo do ciclo vegetativo destas pastagens. Essa diminuição é mais acentuada no início (Maio a Julho) e no final (Outubro a Novembro) do seu desenvolvimento. De Julho a Outubro a diminuição é muito reduzida.

A variação dos valores-amido acompanha, como era de esperar, a das U. F., pelo que existe concordância entre estes valores.

As U. F. calculadas a partir dos valores-amido (1 U. F. equivale a 0,7 U. amido) dão valores um pouco mais elevados aos determinados directamente pela composição química.

Examinemos, por fim, na Tabela VI e Fig. 4, os resultados encontrados para o azoto, fósforo, cálcio, potássio, «areia» e sílica. Por eles se verifica que, ao longo do ciclo vegetativo da *Nardus*, as percentagens de azoto, fósforo e potássio decrescem continuamente, a do cálcio mantém-se mais ou menos constante, e as de «areia» e sílica aumentam grandemente.

A «areia» e a sílica apresentam uma variação análoga, embora a «areia» tenha maior amplitude de variação. Tanto uma como outra sofrem uma diminuição em Junho e depois aumentam ràpidamente. É esta elevada percentagem de «areia» e de sílica que torna a *Nardus* áspera, rija e pouco apetecida pelo gado nas últimas fases do seu desenvolvimento.

Conjugando as variações das percentagens da proteína total, da proteína digestível, do valor nutritivo e da sílica, com as da produção de matéria seca afigura-se-nos que o período mais acon-

## TABELA V

Valor nutritivo das pastagens de cervum no decurso do seu ciclo vegetativo

(Médias de 1953-54)

| | Cortes | Valor-amido (% m. s.) | | U. F. (% m. s.) | | U. F. (calculadas a partir do valor-amido) (1) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Nardus stricta* L. | Pastagem | *Nardus stricta* L. | Pastagem | *Nardus stricta* L. | Pastagem |
| Nave de Santo António | 1.º corte (Maio) | 56,13 | 55,92 | 75,05 | 74,83 | 80,78 | 79,88 |
| | 2.º » (Junho) | 49,61 | 48,88 | 68,91 | 68,13 | 70,87 | 69,83 |
| | 3.º » (Julho) | 45,47 | 45,59 | 59,99 | 60,03 | 64,96 | 65,13 |
| | 4.º » (Agosto) | 44,01 | 44,18 | 57,88 | 58,04 | 62,87 | 63,11 |
| | 5.º » (Setembro) | 43,87 | 42,52 | 56,82 | 56,22 | 62,67 | 60,77 |
| | 6.º » (Outubro) | 44,47 | 44,63 | 57,27 | 57,21 | 63,53 | 63,76 |
| | 7.º » (Novembro) | 38,90 | 38,62 | 47,50 | 47,16 | 55,57 | 55,17 |
| Vale das Éguas | 1.º corte (Maio) | 56,61 | 57,05 | 75,68 | 76,40 | 80,87 | 81,50 |
| | 2.º » (Junho) | 50,27 | 51,25 | 68,91 | 69,37 | 71,81 | 73,21 |
| | 3.º » (Julho) | 44,84 | 45,15 | 59,31 | 59,53 | 64,06 | 64,50 |
| | 4.º » (Agosto) | 45,21 | 45,81 | 59,46 | 59,82 | 64,58 | 65,44 |
| | 5.º » (Setembro) | 43,83 | 43,64 | 56,70 | 56,60 | 62,61 | 62,34 |
| | 6.º » (Outubro) | 43,24 | 43,81 | 56,50 | 56,93 | 61,77 | 62,58 |
| | 7.º » (Novembro) | 37,22 | 37,12 | 45,98 | 46,39 | 53,17 | 53,03 |

(1) 1 U. F. equivale a 0,7 U. amido.

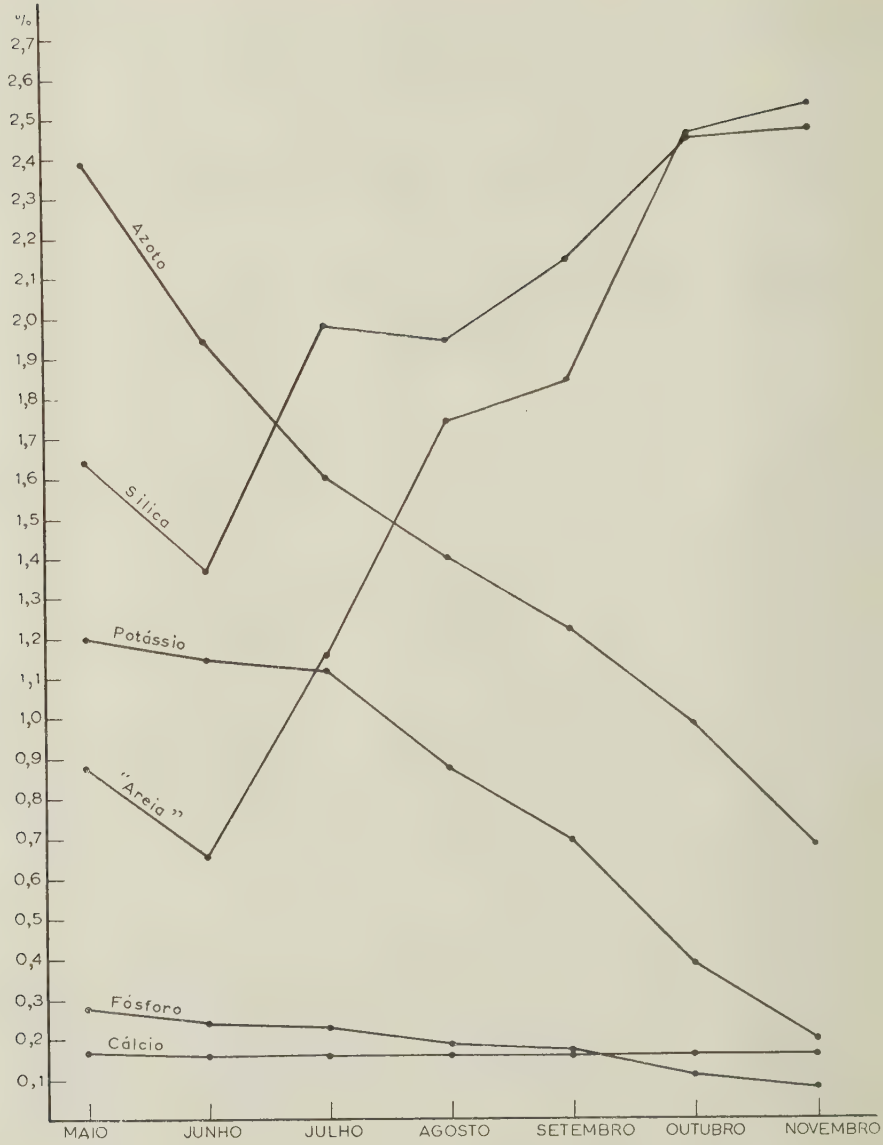



Fig. 4 — Azoto, potássio, fósforo, cálcio, silica e «areia» na *Nardus stricta* L. durante o seu ciclo vegetativo. Médias de 2 locais (Nave de Santo António e Vale das Éguas).

TABELA VI

Composição química (% m. s.) das pastagens de cervum no decurso do ciclo vegetativo

3. — Azoto, fósforo, potássio, cálcio, «areia» e sílica

| | Cortes | Azoto (em N) | | | | | | | | Fósforo (em P) | | | | Potássio (em K) | | | | | | | | Cálcio (em Ca) | | | | | | | | «Areia» | | | | | | | | Sílica | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | Pastagem | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | | | | | Pastagem | | | *Nardus stricta* L. | Pastagem |
| | | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (53-54) | Médias (52-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | Média | 1953 | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (53-54) | Médias (52-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (53-54) | Médias (52-54) | 1953 | 1954 | Média | 1952 | 1953 | 1954 | Médias (53-54) | Médias (52 54) | 1953 | 1954 | Média | 1953 | 1953 |
| Nave de Santo António | 1.º | 2,25 | 2,71 | 2,08 | 2,40 | 2,35 | 2,72 | 2,15 | 2,44 | 0,23 | 0,35 | 0,29 | 0,32 | 1,08 | 1,48 | -- | 1,48 | 1,28 | 1,46 | 1,13 | 1,30 | 0,19 | 0,19 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,51 | 0,64 | 0,66 | 0,65 | 0,94 | 0,83 | 0,41 | 0,62 | 1,49 | 1,53 |
| | 2.º | 1,92 | 1,88 | 2,20 | 2,04 | 2,00 | 1,86 | 2,18 | 2,02 | 0,20 | 0,27 | 0,24 | 0,27 | 1,20 | 1,16 | 1,03 | 1,10 | 1,13 | 1,21 | 1,18 | 1,20 | 0,13 | 0,13 | 0,16 | 0,14 | 0,14 | 0,12 | 0,15 | 0,14 | 0,78 | 0,41 | 0,82 | 0,62 | 0,67 | 0,36 | 0,56 | 0,46 | 1,49 | 1,43 |
| | 3.º | 1,67 | — | 1,53 | 1,53 | 1,60 | — | 1,54 | 1,54 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 1,20 | 1,21 | 1,31 | 1,26 | 1,24 | 1,24 | 1,33 | 1,28 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 1,24 | 1,67 | 1,07 | 1,37 | 1,33 | 1,75 | 0,94 | 1,34 | 2,10 | 2,09 |
| | 4.º | 1,49 | 1,75 | 1,16 | 1,45 | 1,47 | 1,77 | 1,18 | 1,48 | 0,22 | 0,25 | 0,24 | 0,25 | 0,08 | 1,09 | 0,79 | 0,94 | 0,99 | 1,10 | 0,86 | 0,98 | 0,18 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,14 | 0,15 | 1,91 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 2,06 | 1,72 | 1,89 | 2,02 | 2,25 |
| | 5.º | 1,36 | 1,38 | 0,96 | 1,17 | 1,23 | 1,34 | 0,97 | 1,16 | 0,22 | 0,17 | 0,20 | 0,17 | 0,99 | 0,82 | 0,60 | 0,71 | 0,80 | 0,84 | 0,49 | 0,66 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 1,74 | 2,23 | 1,90 | 2,06 | 1,96 | 2,18 | 1,96 | 2,07 | 2,52 | 1,81 |
| | 6.º | 1,08 | 0,97 | 0,80 | 0,88 | 0,95 | 0,96 | 0,84 | 0,90 | 0,14 | 0,09 | 0,12 | 0,08 | 0,55 | 0,31 | 0,36 | 0,34 | 0,41 | 0,27 | 0,43 | 0,35 | 0,16 | 0,16 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,21 | 0,19 | 2,66 | 1,82 | 2,44 | 2,13 | 2,31 | 1,89 | 2,40 | 2,14 | 1,88 | 1,67 |
| | 7.º | 0,62 | 0,62 | 0,64 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,62 | 0,62 | 0,11 | 0,07 | 0,09 | 0,05 | 0,29 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,20 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,12 | 0,18 | 0,15 | 0,15 | 0,11 | 0,18 | 0,14 | 2,91 | 1,95 | 1,52 | 1,74 | 2,13 | 1,84 | 1,55 | 1,70 | 2,07 | 2,30 |
| Vale das Éguas | 1.º | 2,51 | 2,46 | 2,29 | 2,38 | 2,42 | 2,57 | 2,36 | 2,46 | 0,26 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 1,12 | 1,11 | — | 1,11 | 1,12 | 1,20 | 1,32 | 1,26 | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,23 | 0,17 | 0,20 | 0,42 | 1,01 | 1,06 | 1,04 | 0,83 | 0,84 | 1,03 | 0,94 | 1,78 | 1,59 |
| | 2.º | 1,81 | 1,94 | 1,86 | 1,90 | 1,87 | 1,85 | 1,90 | 1,88 | 0,20 | 0,26 | 0,23 | 0,26 | 1,13 | 1,39 | 0,99 | 1,19 | 1,17 | 1,42 | 0,98 | 1,20 | 0,14 | 0,15 | 0,26 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,19 | 0,18 | 0,30 | 0,55 | 1,13 | 0,84 | 0,66 | 0,34 | 0,94 | 0,64 | 1,25 | 1,20 |
| | 3.º | 1,68 | 1,52 | 1,58 | 1,55 | 1,59 | 1,55 | 1,54 | 1,54 | 0,24 | 0,21 | 0,22 | 0,16 | 1,11 | 0,84 | 1,06 | 0,95 | 1,00 | 0,83 | 0,87 | 0,85 | 0,17 | 0,14 | 0,18 | 0,16 | 0,16 | 0,18 | 0,14 | 0,16 | 0,36 | 1,14 | 1,48 | 1,31 | 0,99 | 0,92 | 1,00 | 0,96 | 1,85 | 1,55 |
| | 4.º | 1,26 | 1,41 | 1,34 | 1,38 | 1,34 | 1,43 | 1,33 | 1,38 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,85 | 0,65 | 0,85 | 0,75 | 0,78 | 0,70 | 0,83 | 0,76 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,18 | 0,23 | 0,20 | 1,12 | 1,91 | 1,73 | 1,82 | 1,59 | 1,87 | 1,38 | 1,62 | 1,87 | 1,82 |
| | 5.º | 1,19 | 1,21 | 1,10 | 1,16 | 1,17 | 1,22 | 1,13 | 1,18 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,15 | 0,67 | 0,67 | 0,48 | 0,58 | 0,61 | 0,68 | 0,45 | 0,56 | 0,18 | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,96 | 2,12 | 2,05 | 2,08 | 1,71 | 2,05 | 1,93 | 1,99 | 1,77 | 1,93 |
| | 6.º | 0,88 | 1,09 | 1,02 | 1,06 | 1,00 | 1,10 | 0,99 | 1,04 | 0,12 | 0,08 | 0,10 | 0,07 | 0,47 | 0,26 | 0,39 | 0,32 | 0,37 | 0,25 | 0,31 | 0,28 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,21 | 0,19 | 2,08 | 2,84 | 2,82 | 2,83 | 2,58 | 2,99 | 3,05 | 3,02 | 3,00 | 2,68 |
| | 7.º | 0,69 | 0,82 | 0,72 | 0,77 | 0,74 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,27 | 0,14 | 0,19 | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,16 | 0,20 | 0,15 | 0,15 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,13 | 0,23 | 0,18 | 2,70 | 2,21 | 3,79 | 3,00 | 2,90 | 2,34 | 3,35 | 2,84 | 2,84 | 2,92 |

selhável para o consumo destas pastagens é o que vai de Julho a Outubro. Até Julho, embora a percentagem da proteína seja mais elevada, a proteína extraída por hectare é ainda muito reduzida, em virtude da produção da matéria seca muito baixa. A partir de Setembro a quantidade de proteína por hectare começa a diminuir acentuadamente, e, além disso, vai-se tornando cada vez mais indigestível. Com o valor nutritivo passa-se o mesmo que com a proteína.

## SUMÁRIO E CONCLUSÕES

Com o objectivo de conhecer o valor das pastagens de cervum da Serra da Estrela procedeu-se ao estudo da produção e da composição química destas pastagens naturais, em especial da *Nardus stricta* L., no decurso do seu ciclo vegetativo e aproveitamento pelo gado.

As determinações químicas incidiram em amostras provenientes do corte de 3 $m^2$ de pastagem, feito mensalmente em duas parcelas vedadas ao gado e situadas em locais bastante distanciados entre si, uma na Nave de Santo António, a 1 550 metros de altitude e com um pH do solo de 4,5, a outra no Vale das Éguas, a 1 500 m de altitude e com um pH do solo de 4,3.

Embora este estudo tenha incidido apenas em dois locais, afigura-se-nos, em face da concordância dos resultados obtidos, que as conclusões neles baseadas se podem generalizar a todas as pastagens deste tipo da Serra da Estrela, isto é, àquelas em que a predominância da *Nardus stricta* L. seja da mesma ordem de grandeza.

Dos resultados obtidos parece poderem extrair-se as seguintes conclusões e sugestões tendentes a um melhor aproveitamento destas pastagens:

1. A produção quantitativa, por unidade de superfície, é muito reduzida.

Daí a necessidade de lançar mão de todos os meios que protejam e promovam o aumento da produção destas pastagens.

2. A *Nardus stricta* L. predomina, quase exclusivamente, e as leguminosas são muito raras.

Torna-se, pois, indispensável fomentar a sementeira de outras espécies, em especial de leguminosas, que possuam boas condições

de adaptação ao local e boas características, inclusivé a de protegerem o solo da erosão. Como o *Lotus corniculatus* já se encontra, de onde em onde, associado à *Nardus*, esta seria uma das espécies a propagar. Sendo o pH destes solos muito baixo, estaria indicado, após prévia experimentação, o emprego de fortes calagens para favorecer o incremento das leguminosas.

3. À medida que se vão desenvolvendo estas pastagens, vão diminuindo as suas percentagens de proteína, de fósforo, e de potássio e aumentando as de celulose, de gordura, de «areia» e de sílica. As percentagens de cinzas, de substâncias extractivas não azotadas e de cálcio conservam-se mais ou menos constantes.

4. A proteína é de todos os princípios nutritivos o que sofre maior diminuição no decurso do ciclo vegetativo. E não só diminui, como ainda se vai tornando cada vez mais indigestível.

Como as proteínas são os princípios nutritivos cuja carência mais se faz sentir, e sabendo-se que a um incremento de leguminosas na flora corresponde um aumento do seu teor em proteína, fàcilmente se compreende a importância que adviria do aumento da proporção das leguminosas na flora.

5. Os valores-amido e as U. F. decrescem com o desenvolvimento do cervum.

6. A «areia» e a sílica aumentam muito durante o crescimento da *Nardus* e são elas as principais responsáveis pela sua aspereza e rigidez a partir de determinada fase do seu ciclo vegetativo.

7. A época que se nos afigura mais conveniente para o aproveitamento destas pastagens parece ser, perante os resultados obtidos, a que vai de Julho a Outubro, período em que a produção atingiu o máximo valor e a proteína e o fósforo ainda não desceram para os valores que a seguir se verificam. A celulose, a «areia» e a sílica também ainda não atingiram, neste período, os valores elevados que tornam estas pastagens duras e pouco apetecidas dos gados.

8. Perante o desordenado e abusivo pastoreio que se verifica torna-se imprescindível proceder a um ordenamento do seu regime pastoril, por forma a que cada parcela seja pastada no período mais favorável e por um número de cabeças calculado em função da sua capacidade de produção.

## RÉSUMÉ

Pour la mise en valeur des nardaies à Serra da Estrela on a réalisé une étude sur la production et la composition chimique de ces pâturages naturels, notamment du *Nardus stricta* L., au cours de leur cycle végétatif et de leur consommation par le bétail.

Les déterminations chimiques portèrent sur des échantillons tirés du fourrage correspondant à 3 $m^2$ de pâturage. On a fait cet échantillonage chaque mois dans deux parcelles défendues du bétail et assez écartées l'une de l'autre. L'une de ces parcelles se trouvait située dans la Nave de Santo António, à 1 550 m d'altitude, dont le pH du sol est 4,5, l'autre étant située dans le Vale das Éguas à 1 500 m d'altitude, sur un sol de pH 4,3.

Au point de vue de l'utilisation de ces pâturages, et pour y réussir, on a pu tirer des résultats y obtenus les conclusions et les suggestions suivantes :

1. La production quantitative, par unité de superfície, est trop réduite. Par conséquent, on a besoin d'avoir recours à tous les moyens pouvant protéger ces pâturages et y augmenter leur production.

2. Le *Nardus stricta* L. prédomine, presque exclusivement, dans ces pâturages, où les légumineuses sont assez rares.

Il devient donc indispensable d'encourager l'ensemencement d'autres espèces, surtout des légumineuses, montrant de bonnes conditions d'adaptation au milieu et de bonnes caractéristiques, inclusivement celle d'éviter l'érosion du sol.

Comme le *Lotus corniculatus* se trouve déjà associé par-ci, par-là au *Nardus*, ce serait une des espèces qu'on devrait y propager. Étant donné que le pH de ces sols est assez bas il sera donc convenable d'envisager une solution ayant recours à de fortes amendements calcaires, afin de provoquer la pousse de légumineuses dans ces pâturages.

3. Au fur et à mesure que ces pâturages se développent, leurs teneurs en protéine, phosphore et potassium diminuent. En même temps, leurs pourcentages en cellulose, grasse, sable et silice augmentent.

Les pourcentages en cendres, substances extractives non-azotées et calcium se sont maintenus plus ou moins invariables.

4. La protéine est, parmi tous les principes nutritifs, celui qui subit une diminution, la plus grande, au cours de son cycle végétatif. Il s'agit non seulement de diminuer la teneur en protéine mais aussi de la rendre de plus en plus indigestible.

Comme les protéines sont les principes nutritifs dont la carence se fait sentir le plus et comme on sait qu'à l'augmentation des légumineuses dans la flore correspond une élevation de leur teneur en protéines, on comprend aisément l'importance qui résulterait si l'on pouvait y encourager le développement de légumineuses.

5. La valeur-amidon et les unités fourragères (U. F.) diminuent pendant le cycle végétatif de ces pâturages.

6. Le sable et la silice augmentent beaucoup au fur et à mesure que le *Nardus* se développe, et ce sont eux vraiment les responsables de l'âpreté et la rigidité de ces pâturages, à partir d'une certaine phase du cycle végétatif.

7. L'époque qui nous semble la plus favorable à l'utilisation de ces pâturages, d'après les résultats y obtenus, est celle qui se déroule de juillet à octobre, période pendant laquelle la production a pour ainsi dire atteint le maximum en sa valeur et la protéine et le phosphore n'ont pas encore baissé vers les valeurs que l'on constate ensuite. La cellulose, le sable et la silice n'atteignirent pas, non plus, dans cette période, les valeurs élévées qui rendent ces prairies dures et peu appetissantes pour le bétail.

8. Comme le troupeau de brebis et de chèvres pâture abusivement dans ces endroits, il est à conseiller d'y pratiquer la rotation de telle manière que chaque parcelle ne soit paturée qu'à l'époque la plus favorable et que la charge à supporter par ces parcelles ne soit pas excessive.

## AGRADECIMENTOS

É-nos imensamente grato este ensejo de poder manifestar o nosso profundo reconhecimento pelas facilidades, sugestões e ajudas com que contribuiram para a realização deste trabalho, aos Ex.$^{mos}$ Senhores: Director Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas; Eng.º Agron. e Silv. L. Mercês de Mello, Investigador e Chefe do Departamento de Química da E. A. N.; Eng.º Agron. J. Marques de Almeida, Chefe do Departamento de Melhoramento de Forragens da E. A. N.; Eng.º Agron. F. Fontes, do Departamento de Fitosistemática e Geobotânica da E. A. N.; Eng.º Silv. António

GRAVATO e Eng.º Agron. e Silv. J. SIMÕES GONÇALVES, da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas e, ainda, às Ex.mas Senhoras Dr.ª D. ARMINDA GOMES BARBOSA, tradutora da E. A. N. e D. MARIA AMÉLIA DA SILVA RATO, ajudante de Laboratório da E. A. N.

## BIBLIOGRAFIA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS
   1950 Official methods of analysis (7th ed.). The Association: Washington, D. C.
2. BELIZ, J. MALATO
   1955 As pastagens de servum (*Nardus stricta* L.) da Serra da Estrela. Fitosociologia e melhoramento. *Melhoramento,* **8**: 23-59.
3. BRAUN-BLANQUET, J.
   1948 La végétation alpine des Pyrénées orientales. Études de phytosociologie comparée. *Comm. S. I. G. M. A.* **98**.
4. BRAUN-BLANQUET, J., SILVA, A. R. PINTO DA, ROZEIRA, A. & FONTES, F.
   1952 Résultats de deux excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen. I. Une incursion dans la Serra da Estrela. *Agron. Lusit.* **14**: 303-323.
5. GARMAN, W. H.
   1943 Photronic method for determining potassium in soil and plants. *Soil Sci.* **56**: 101-107.
6. HENRIQUES, J. A.
   1883 *Expedição scientifica à Serra da Estrella em 1881. Secção de botânica.* Soc. Geogr. Lisboa.
7. KELNER, O.
   1844 *Princípios fundamentais da alimentação do gado.* Tradução de Rui F. Mayer. 3.ª edição. Livraria Clássica Editora, Lisboa.
8. LEROY, A.
   1938 *Aide-mémoire de l'éleveur. In Agriculture* (Agenda Dunod), ed. 6. Dunod, Paris.
9. MELLO, L. MERCÊS DE
   1950 *Do lenhoso ou celulose bruta das plantas forrageiras.* Tese apresentada ao Concurso para o lugar de Investigador do Grupo do pessoal de Investigação da Estação Agronómica Nacional — Quadro do pessoal técnico da Direcção Geral dos Serviços Agrícolas. *(Dactilografado).*
10. PEREIRA, A.
    1948 Sobre o fósforo no grão de trigo. I — Métodos de determinação colorimétrica. II — Variação e comparação com a do azoto. *Agron. Lusit.* **10**: 245-261.
11. PIPER, C. S.
    1942 *Soil and plant analysis.* A Monograph from the Waite Agricultural Research Institute. The University of Adelaide, Adelaide.
12. RIBEIRO, FRANCISCO DA SILVA *in* FOLQUE, FILIPE
    1868 Relatório à cerca da Arborização Geral do Paiz: 218-219. Typographia da Academia Real das Sciencias. Lisboa.

13. Rivoli, J.
1881 *A Serra da Estrela.* Tradução de uma memória inserta nas *Mitteilungen aus Justus Perthes geographischer* (Anstalt, 1880) e publicada no *Relatório da Administração Geral das Matas relativo ao anno económico de 1879-1880.* Lisboa, Imprensa Nacional.

14. Russo, J. L.
1951 *Notas para o estudo químico e económico da batateira.* Relatório final do Curso de Engenheiro Agrónomo. *(Mimeografado).*

Aspectos das pastagens de cervum na Nave de Santo António, Agosto de 1954.

# ANALYSIS OF A GROUP OF EXPERIMENTS ON OATS [1]

## I — COMPLETE DATA [2]

BY

*AUGUSTO J. DE OLIVEIRA* [3]
(Estação Agronómica Nacional)

### I. INTRODUCTION

IOWA is one of the leading states in oat production. Within the state oats rank next to corn in acreage and value. In general Iowa possesses fine soil and climatic conditions for oats. Sometimes, however, the yields are lowered by rust or other diseases.

Research on oats has been conducted for several decades in Iowa. The primary aim has been higher and more stable yields through improved cultural practices and more resistant varieties. This research has been conducted by the Iowa Agricultural Experiment Station on experimental farms scattered over Iowa, each farm being representative of a large area.

A number of experiments on oats have been carried out at different locations during several years. Conducting similar trials over locations and years creates the statistical problem of combining and summarizing the results. For combining such types of data one has to take in due account special statistical difficulties such as those concerning the use of non-similar designs, unequal number of replications, lack of constancy of treatments, incomplete data to more or less extent, heterogeneity of experimental errors

---

(1) Extracted under a new arrangement from the Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Statistics at the Iowa State College, Ames Ia., U. S. A.

(2) Journal Paper No. J 3355 of the Iowa Agricultural and Home Economics Experiment Station, Ames, Iowa. Project No. 1176.

(3) Scholarship from the «Instituto de Alta Cultura» (Lisbon) and National Academy of Sciences (Washington).

or possible non-homogeneity of the components of the interactions of treatments with locations and/or years.

The data for the combined analysis in the present study consist of the 24 «Élite» tests on oats which were conducted in Iowa during 1950-1954 at five locations: Cresco, Marcus, Clarinda, Ames and Kanawha. The designs involved were of the simple, triple and rectangular lattice type. The tests were conducted at the mentioned locations using new sites and new randomizations at each location each year. In any particular year the varieties were the same at all locations, but varied somewhat from year to year. The design and number of replications varied also with respect to location and year.

The combined analysis of the yield data from the individual experiments on oats is made according to four purposes:

1. Comparison of the performance of the oat varieties year by year for all the locations
2. Comparison of the variety performances at each location for all the years
3. Comparison of the variety performances for all the locations and years
4. Allocation of resources for future experimental work on oats.

For case 1 mentioned above there are a large number of varieties for each year and the analyses can be worked out with complete date. In cases 2 and 3 there are only results from a small number of varieties and the data are incomplete (multiple classification tables can be prepared, but they have many cells devoid of data). In case 4 use is made of all the available results from varieties appearing in 2 or more locations and during 3 or more years.

The objective of the study is to combine and summarize the results of the Iowa Élite tests on oats according to the four aims mentioned above. Those statistical problems which arise for two and three classification tables with some cells empty will deserve particular attention in the study ([1]).

([1]) This part, corresponding to cases 2 and 3 above, will be published in a subsequent article.

## II. REVIEW OF LITERATURE

In this review only papers closely related to the statistical analysis of the data from a series of variety experiments will be mentioned. Both cases of orthogonal and non-orthogonal data will be considered.

COCHRAN (1937) made the first systematic study of the problem of combining results from a series of similar experiments. Five estimates of the average response of a treatment for a number of locations were presented: unweighted mean, weighted mean, semiweighted mean, maximum likelihood solution, and weighted mean with an arbitrary upper limit for the weights. Measures of reliability for the first four estimates mentioned above were worked out, but no standard errors for the last estimate was given. The question concerning the presence or absence of the interaction response-locations derived from the number of degrees of freedom associated with experimental error for the individual experiments were considered. The test of significance of the variation in response from place to place is based on an approximation to the chi-square distribution. A general conclusion was reached, the one recommending the unweighted mean when there is interaction; when the interaction is absent the unweighted mean has no great disadvantage with respect to the other estimates.

YATES & COCHRAN (1938) presented a paper that is taken as a classical one on the subject of analysis of groups of experiments. The several methods of estimating the average response along with their advantages and disadvantages are discussed in a non-mathematical basis. They made use of the concept of components of variance though not explicitly. They suggested subdivision of the treatment sum of squares and the corresponding treatment $\times$ $\times$ location (or year) interaction when heterogeneity in that component is present. Sometimes an explanation of the heterogeneous interactions can be found through the degree of association between varietal differences and general fertility.

The matter of analysis of groups of experiments with complete data was recently systematized by COCHRAN & COX (1950). About the right use of the methods of the unweighted and weighted analyses of variance these authors wrote (p. 405):

> «The weighted analysis is superior for the *F*-test of interactions. It gives a more powerful test, and the *F*-ratio approximates the tabular distribution of *F* more closely. It is also superior for the *F*-test of treatments if interactions are non-existent or small, since in this case the bias in the test is negligible. The unweighted analysis is preferable for the *F*-test of treatments when the interactions are not negligible».

This last sentence indicates that the unweighted analysis may be used in agricultural experimentation, because here we often encounter large interactions either between treatments and places or between treatments and years. And it has the advantage of being rather simple.

Rojas (1951) presented a statistical procedure for plant breeding studies concerning the measurement of the general and specific combining abilities of crosses from a set of inbred lines. As the general combining ability can vary with location and season, the experiment analysed consisted of a group of tests on the possible single crosses from a set of inbred lines of corn conducted over several places and several years. Two transformations, the logarithmic and the square root transformations, were applied to the yield data. In this study the estimation of components of variance was the primary aim in view.

In his textbook Kempthorne (1952) considered the problem of analysis of groups of experiments under a wider theoretical point of view, this one involving «factors or pseudo-factors with a large, and often infinite, population of possible levels of the factors». Methods of estimating comparisons of the treatments and the respective standard errors, tests of hypotheses that can be made and possible difficulties encountered for the 1, 2, 3 and 4 factor experiments were discussed.

Cochran (1954) deals with the problem of combining the results of a group of experiments for the case when each experiment provides an estimate of a general parameter. Recommendations are given for the choise among the several types of combined estimates and also for the test of interactions.

Wilk & Kempthorne (1956) gave a complete and rigorous discussion of mathematical models with random and/or fixed effects for one, two and three-way tables presenting equal or unequal numbers. The models were worked out for circumstances with presence or absence of interaction.

In all the references cited above cases of complete data were assumed. For the cases of tables of multiple classification with some empty cells the respective methods will be published in a subsequent article.

The problem of allocation of both experimental and economical resources was examined by SPRAGUE & FEDERER (1951). By using estimates of variance components for a series of experiments over places and years, formulas were developed to calculate the optimum numbers of replications, places and years in order to get the average genetic advance for both cases of disregarding and regarding cost data of the trials. A similar problem was discussed by YATES (1952) under a broad but rigorous standpoint involving the relationship of experiments and surveys. According to this author, the principle for determining the most economical amount of experimentation for an area is to minimize the sum of the costs of the experiments and the expected losses due to errors in the results. An illustration was given with many fertilizer experiments on sugar beet conducted in England during 22 consecutive years.

## III. AGRONOMIC INFORMATION AND ÉLITE TESTS

### A. *Agronomic information*

Since 1941 the old group of varieties derived from the cross 'Victoria' × 'Richland', which by 1945 were grown on more than 97 per cent of the Iowa oat acreage, was replaced by the 'Bond'-type varieties — 'Clinton', 'Cherokee', 'Benton', 'Nemaha', and others. In 1945 a new oat disease, *Helminthosporium* blight, injured seriously the 'Victoria'-type varieties. By 1948 the new 'Bond' strains occupied about 96 per cent of the oat acreage. Now varieties involving crosses of 'Clinton' and other 'Bond' types with such varieties as 'Santa Fé', 'Landhafer', and 'Ukraine' have become common.

The 1950 season was a year of favorable weather despite the poor growing conditions early in the season. Temperature averages were below normal in October. Precipitation was above normal during the first seven months of the year and there was ample rainfall in July and August. Although some crown rust was observed throughout the state, yields were much better than expected. The 1951 Iowa oat crop was the lowest of the previous ten years. The crop was delayed two to three weeks at planting time because

of the abnormal weather conditions and thus got off to a poor start. The season continued to be unfavorable until harvested. Losses due to crown rust were estimated to be 20 per cent. The average oat yield per acre was only 33 bushels.

The oats were hurt because of excessive heat at blossoming time in 1952. During the growing season, rainfall throughout the state varied from about five inches above normal in the west central area to nearly four inches below normal in the northeast and east central portions. The yield per acre averaged 35 bushels. 1953 was the poorest year for oat production since 1934. The yield per acre (25 bushels) was reduced drastically due to rust and other diseases. Low germination rates and poor weather were also partly responsible. The northern areas were more favorable to the crop. Iowa farmlands in 1954 produced quite well and a per acre yield of good quality of about 38 bushels was obtained. Rainfall was highest in the western part of the state.

Iowa soils are grouped in 21 soil associations. The soils associated with the five Élite test stations are described below.

*Howard County Experimental Farm (Cresco)*

The dominant soils are Carrington silty loam (plastic phase) and Clyde silty clay loam. A test was conducted at Independence in 1954. Independence is considered part of the same region.

*Commercial farm near Marcus (Northwestern part of Iowa)*

The soils are of the Calva-Primghar-Sac association area, which is seventh in size among the soil associations of the state.

*Soil Conservation Experimental Farm (Clarinda)*

This is located in a rolling area of Marshall silt loam and is representative of a large soil and climatic area in the southwestern part of Iowa.

*Agronomy Farm (Ames)*

This farm is located near the center of the state in the soil association area formed by the Clarion and Webster series. The soil is dark brown to black, and moderate to high yields of oats have been obtained.

*Northern Iowa Experimental Farm (Kanawha)*

The soil is Webster silty clay loam and is in the Clarion--Webster region.

### B. *Élite tests*

The Élite tests included 36 (56 in 1954) varieties, strains or crosses. Some of these were old and some new. Each year the less promising strains, in terms of disease resistance, straw strength, grain quality, yielding ability, and general appearance were discarded.

The experiments were usually simple lattices repeated twice, triple lattices or rectangular lattices with three replications. Table I gives the number of replications used for the Élite tests conducted in Iowa from 1950 to 1954 at the following locations: Cresco, Marcus, Clarinda, Ames and Kanawha.

Each variety was planted at the rate of 3 bushels per acre. Each plot consisted of 3 rows 15 or more feet long and the plots were one feet apart. At harvest time 15 feet of the middle row were harvested for yield and weight per bushel determinations. At Ames and Kanawha the plots in 1953 were $12 \times 2$ feet so the data were adjusted to the $15 \times 1$ foot basis.

TABLE I

*Number of replications by year and location for Élite tests on oats*

| Year | Number of varieties | Triple lattice | | | Simple lattice | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cresco | Marcus | Clarinda | Ames | Kanawha |
| 1950 | 36 (a) | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 1951 | 36 | 3 | 2 (b) | 3 | 4 | — |
| 1952 | 36 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 1953 | 36 | 3 (c) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1954 | 56 | 3 (d) | 3 (d) | 3 (d) | 3 (d) | 3 (d) |

(a) For one particular year the entries were the same at all locations, but varied somewhat from year to year.

(b) Only two replications available.

(c) This test was conducted at Independence.

(d) Rectangular lattice.

Notes on height and lodging were also taken at almost all the stations. In addition, heading and ripening dates were recorded at Ames.

In order to obtain more homogeneous material with respect to experimental error, the varieties were ranked every year into three maturity groups. These were denoted by (a) for Early, (b) for Midseason, and (c) for Late. The common varieties (see Table II) for three to five years have been roughly ranked in the same order.

Table V (1950 through 1954 given in Section V-A) includes

TABLE II

*List of common entries for three to five years*

| Reference | Crosses and varieties | C. I. No. | Maturity group |
|---|---|---|---|
| A | 'Anth-Bond' × 'Boone' | 5401 | Late |
| B | 'Clinton' (check) | 4969 | Midseason |
| C | 'Clinton' × 'Marion' | 5440 | Late |
| D | 'Shelby' (check) | 4372 | Late |
| E | 'Anth-Bond' × 'Boone' | 5430 | Early |
| F | 'Sac' × 'Haj-Joan' | 5870 | Midseason |
| G | 'Clinton' × 'Landhafer' | 5864 | Early |
| H | 'Anth-Bond' × 'Boone' | 5218 | Late |
| I | 'Santa Fé' × 'Clinton 2' | 5424 | Midseason |
| J | 'Marion' (check) | 3247 | Early |
| K | 'Santa Fé' × 'Clinton 4' | 5867 | Late |
| L | 'Anth-Bond' × 'Boone' | 5219 | Midseason |
| M | 'Santa Fé' × 'Clinton 2' | 6528 | Midseason |
| N | 'Santa Fé' × 'Clinton 3' | 6529 | Late |
| O | 'Clinton' × 'Ukraine' | 6537 | Early |
| P | 'Santa Fé' × 'Clinton 3' | — | Late |
| Q | 'Santa Fé' × 'Clinton 2' | — | Midseason |
| R | 'Santa Fé' × 'Clinton 4' | 6748 | Midseason |

the non-adjusted and adjusted (for block effect) mean yield data, in grams per plot, for the 24 ([1]) oat tests carried out at 5 places during five years. Some varieties are common for several years but do not have the same entry number. For ease of reference capital letters have been used to designate those common varieties, as shown in Table II.

([1]) There was no Élite test at Kanawha in 1951.

## IV. METHODS

### A. *Orthogonal experiments on varieties replicated over places*

For the types of material commonly obtained from variety tests on small grains the unweighted analysis of variance is the technique appropriate to combine groups of related experiments replicated over several places. Reference has been made above to the relative merits of the unweighted and weighted analysis of variance with respect to the $F$-tests for the interactions and for treatments.

For a set of experiments of $v$ varieties replicated unequally at each place and over $p$ places the mathematical model we may use is the following (with latin letters)

$$y_{ij} = m + p_i + v_j + (pv)_{ij} + \bar{e}_{ij} \qquad (1)$$

where,

$y_{ij}$ = the observed mean for the $j^{th}$ variety at the $i^{th}$ place

$m$ = an overall mean

$p_i$ and $v_j$ = the effects of the $i^{th}$ place and $j^{th}$ variety respectively

$(pv)_{ij}$ = the effect of the variety $\times$ place interaction

$e_{ij}$ = the average of errors on the $r$ plots for the $j^{th}$ variety at the $i^{th}$ place

It is assumed that the places in which the experiments were performed are a random sample of a population of places for which one wishes to draw the inferences. Moreover, all the terms, except $m$ and $v_j$, in the model are taken as random variables with expectaction zero, with a correlation of zero and with variances as follows

$$E(p_i^2) = \sigma_p^2, \qquad E(pv)_{ij}^2 = \sigma_{pv}^2, \qquad E(\bar{e}_{ij})^2 = \sigma_e^2 / \bar{r}_h = \bar{\sigma}_e^2$$

$r_h$ being the harmonic mean of the number of replications.

Using this model, an unweighted analysis is computed for the two-way table of means. The structure of the analysis of variance is shown in Table III.

The mean squares of Table III must be multiplied by the harmonic mean of the numbers of replications at the individual tests to place the analysis on a single plot basis. The pooled error mean square is estimated by the formula

$$\bar{\sigma}^2_e = \frac{\sigma^2_e}{\bar{r}_h} = \frac{1}{p}\left[\frac{s^2_1}{r_1} + \frac{s^2_2}{r_2} + \ldots + \frac{s^2_p}{r_p}\right] \qquad (2)$$

where the $s^2_i$ corresponds to the estimate of the experimental error and the $r_i$ is the number of replications in the $i^{th}$ experiment. When lattice adjustments are made, the $s^2_i$ is the efective experimental error.

A difficulty arises as to the validity of the $F$-test of the interaction for cases in which the experimental error variances are not homogeneous. This difficulty is reduced however, when there is evidence of no significant interaction or when highly significant

TABLE III

*Structure of analysis of variance of variety-place means*

| Source of variation | d. f. | Expectation of mean square |
|---|---|---|
| Variety | $v$-1 | $\frac{\sigma^2_e}{\bar{r}_h} + \sigma^2_{pv} + \frac{p}{v\text{-}1}\Sigma(v_k - v)^2$ |
| Var. × place | $(v\text{-}1)(p\text{-}1)$ | $\frac{\sigma^2_e}{\bar{r}_h} + \sigma^2_{pv}$ |
| Pooled error | — | $\frac{\sigma^2_e}{\bar{r}_h}$ |

interactions are obtained. In these cases the conditions for an appropriate $F$-test for the interaction are approximately accomplished and then it is not necessary to make a more sensitive test. As will be seen in Section V - A for the Élite tests on oats, the variety × × place interaction for each year is practically always significant.

One device to obviate the possible heterogeneity of the interaction when used as error to test treatments consists in splitting up the degrees of freedom of treatments and respective interactions into orthogonal groups which appear more homogeneous (e. g., the case of the maturity groups for oat varieties). After all these steps, the test of individual comparisons between varieties is made

as usual. DUNCAN's (1955) multiple range test may be used to make comparisons among all variety means.

### B. *Average and optimum genetic advances*

The allocation of both experimental and economical resources is an important problem to take into consideration whenever a large program of experiments is to be accomplished. In the case of a group of variety experiments conducted over places and years, the formula

$$\frac{s^2_e}{rpa} + \frac{s^2_{pva}}{pa} + \frac{s^2_{pv}}{p} + \frac{s^2_{av}}{a} \qquad (1)$$

that gives the variance of a mean for comparisons over all possible places and years could be used to study the best allocation of experiments. In breeding programs, however, the problem is related to that one of determination of the average genetic progress, which is defined as the advance due to the selection of the highest yielding entry rather than a randomly selected one.

Let us consider the case of the genetic advance, in which use is made of some average of the ratio of components of variance for several experiments as a method for combining such components of variance. Suppose we have 3 series of variety experiments (with complete data), one grouping all tests carried out at several places, the other involving similar tests conducted in consecutive year periods, and a third one involving tests conducted over a considerable area and period of time. For the first series of experiments the model we may use is the following

$$y_{ijk} = m + p_i + r_{ij} + v_k + (pv)_{ik} + e_{ijk} \qquad (2)$$

where,

$m$ = a population mean
$p_i$ and $v_k$ = the place and variety effects, respectively
$r_{ij}$ = the effect of $j^{th}$ replication at $i^{th}$ place
$(pv)_{ik}$ = the interaction effect
$e_{ijk}$ = the error affecting the $ijk^{th}$ observation

Assuming that the $v$, $pv$ and $e$ effects are independent normal random variables, then an analysis of variance table is prepared with the structure as shown in Table IV.

TABLE IV

*Expectation of mean squares under model (2)*

| Source of variation | d. f. | Expected mean square |
|---|---|---|
| Variety | $(v\text{-}1)$ | $\sigma_e^2 + r\,\sigma_{pv}^2 + rp\,\sigma_v^2$ |
| Variety × place | $(v\text{-}1)\,(p\text{-}1)$ | $\sigma_e^2 + r\,\sigma_{pv}^2$ |
| Variety × replication within places | $f_e$ | $\sigma_e^2$ |

An unbiased estimate of the ratio of variety × place to the error variance components, in terms of the respective estimates, for each experiment is

$$\hat{b}_p = \frac{f_e - 2}{f_e}\left[\frac{s_{pv}^2}{s_e^2} - \frac{2}{r\,(f_e - 1)}\right] \tag{3}$$

and that of the variety to the error variance components is

$$\hat{d}_p = \frac{f_e - 2}{f_e} \cdot \frac{s_v^2}{s_e^2} \tag{4}$$

We enter with the unweighted mean of such ratios from $n$ experiments into the formula mentioned below for the average genetic advance. Similar formulas may be worked for the cases of the other two groups of variety experiments.

For the determination of the average genetic advance expressed in positive standard units, the general formula to be used for varying numbers of varieties, replications, places and years is as follows (Sprague & Federer, 1951)

$$G = \frac{\bar{d}\;\bar{x}_m}{\sqrt{\frac{1}{rpa} + \frac{\bar{e}}{pa} + \frac{\bar{b}_p}{p} + \frac{\bar{b}_a}{a} + \bar{d}}} \tag{5}$$

where $r$, $p$, and $a$ stand for numbers of replications, places, and years respectively, $b_p$ and $b_a$ for the arithmetic averages of the

$\hat{b}_p$ and $\hat{b}_a$, respectivelly, $d$ for the arithmetic average of the $dp$ and $d_a$, $x_m$ for the average value of the largest normal deviate from a sample of size $m$ (TIPPETT, 1925), and $e$ for arithmetic average of the estimates of the ratio of the variety $\times$ place $\times$ year to the error variance components from all the experiments conducted at several places over years and under combined analysis. From the data of the table including the values of the average advance it is possible to work various schemes and hence obtain the optimum allocation of experimental resources in designing future work.

With respect to the determination of the optimum numbers of replications, locations and years for fixed cost and number of varieties, the problem does not present difficulties when the cost function, $X$, and the number of varieties, $m$, are known or can be guessed in advance. As a theoretical illustration let us consider the situation involving the optimum allocation of replications and places in a single year. This is a simple case, but important to the experimenter who knows only his annual budget for trials on each specific crop. Starting from the equations

$$G = \frac{d_p \, x_m}{\sqrt{\frac{1}{rp} + \frac{\bar{b}_p}{p} + \bar{d}_p}} \tag{6}$$

and

$$X = \frac{p+1}{2} A + rpB \tag{7}$$

where

$X$ = amount to be spent on the experiment
$A$ = cost of one round trip
$B$ = cost of planting and harvesting

the function to be maximized is

$$0 = G - \mu \left[ \frac{p+1}{2} A + rpB - X \right] \tag{8}$$

where $\mu$ is the Lagrange multiplier. After partial differentiation of $0$ with respect to the variables $r$, $p$ and $\mu$ successively, setting each of the resulting equations equal to zero, and solving these for the variables, the solutions for $r$ and $p$ are as follows

$$r = \sqrt{\frac{A}{2Bb_p}} \qquad p = \frac{2X - A}{A + \sqrt{\frac{2AB}{b_p}}} \tag{9}$$

Given the conditions of the experiments for that first situation mentioned above, it is easy to allocate with certain rigor the resources for future experimentation. The more complex situations for tests conducted at several places and over several years are not difficult to deal with, but the solutions may be seen only as valuable indications for future work.

## V. RESULTS

### A. *Oat variety trials conducted over places*

In this section the statistical analysis of the yield results of all the varieties is made for every year separately because every year a large number of the poorer entries were equally discarded at all locations. The yield data available for the 24 oat variety tests carried out in Iowa during the period 1950-1954 are given in Table V for the following locations: Cresco, Marcus, Clarinda, Ames, and Kanawha.

The experiments were first considered and analyzed individually. The analyses of the single experiments are shown in Table VI.

The 24 oat experiments showed coefficients of variation ranging from 6 to 16 per cent, except for the test conducted at Marcus in 1951, with a 26 per cent coefficient of variation. (The yield mean was low for such location in this year). The simple lattice and the triple lattice gave little efficiency (about 100-110 per cent for all but 4 experiments) when compared with the randomized block design for the same number of varieties and replications. In the present section we consider 10 out of the 24 Élite tests with the effective experimental errors (Cox & *al.*, 1940).

For the data from each year an unweighted analysis of variance was worked out, though the Bartlett's test showed heterogeneity of the experimental error variances. This heterogeneity of error variances is not very surprising, as the experimental farms where the tests were conducted each year are sited on soils of different fertility levels.

No graphical relationship was detected between the standard errors per plot and mean yields. The lack of relationship between

TABLE V

*Mean yield (grams per plot) of varieties of oats, 1950.*
*(Three replications at Cresco, Marcus and Clarinda, four replications at Ames and Kanawha)* (1).

| Variety | Matur. group | Location | | | | | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cresco n/ adj. | Marcus n/ adj. | Clarinda adj. | Ames n/ adj. | Kanawha n/ adj. | |
| 51 | b | 344 | 409 | 205 | 401 | 408 | 353.4 |
| 52 | a | 316 | 435 | 324 | 390 | 398 | 372.6 |
| 53 | b | 346 | 408 | 253 | 396 | 409 | 362.4 |
| 54 | b | 316 | 399 | 346 | 419 | 428 | 381.6 |
| 55 | b | 331 | 421 | 319 | 447 | 387 | 381.0 |
| 56 | b | 325 | 437 | 263 | 398 | 404 | 365.4 |
| 57 | a | 307 | 278 | 236 | 422 | 394 | 327.4 |
| 58 | b | 324 | 381 | 289 | 317 | 394 | 341.0 |
| 59 | c | 287 | 350 | 228 | 309 | 372 | 309.2 |
| 60 B | b | 364 | 398 | 271 | 381 | 396 | 362.0 |
| 61 | a | 299 | 342 | 318 | 405 | 388 | 350.4 |
| 62 | b | 321 | 435 | 381 | 460 | 429 | 405.2 |
| 63 | a | 347 | 401 | 319 | 434 | 387 | 377.6 |
| 64 | b | 363 | 405 | 287 | 384 | 435 | 374.8 |
| 65 | b | 337 | 403 | 285 | 436 | 411 | 374.4 |
| 66 | b | 344 | 405 | 281 | 349 | 389 | 353.6 |
| 67 | b | 339 | 417 | 269 | 404 | 444 | 374.6 |
| 68 | a | 303 | 311 | 350 | 454 | 398 | 363.2 |
| 69 | a | 310 | 371 | 282 | 450 | 374 | 357.4 |
| 70 D | c | 367 | 470 | 276 | 443 | 382 | 387.6 |
| 71 | b | 365 | 406 | 354 | 531 | 450 | 421.2 |
| 72 A | c | 380 | 442 | 326 | 481 | 424 | 410.6 |
| 73 | a | 365 | 421 | 363 | 454 | 462 | 413.0 |
| 74 | b | 304 | 398 | 261 | 407 | 377 | 349.4 |
| 75 | a | 326 | 310 | 359 | 452 | 420 | 373.4 |
| 76 | b | 334 | 386 | 362 | 449 | 397 | 385.6 |
| 77 H | c | 342 | 462 | 310 | 442 | 450 | 401.2 |
| 78 I | b | 308 | 319 | 299 | 363 | 436 | 345.0 |
| 79 | a | 370 | 397 | 325 | 425 | 432 | 389.9 |
| 80 J | a | 361 | 407 | 336 | 418 | 426 | 389.6 |
| 81 | a | 344 | 440 | 403 | 492 | 455 | 426.8 |
| 82 | a | 330 | 412 | 433 | 529 | 408 | 422.4 |
| 83 | c | 356 | 436 | 320 | 449 | 364 | 385.0 |
| 84 | b | 381 | 376 | 310 | 512 | 389 | 393.6 |
| 85 C | b | 376 | 397 | 328 | 437 | 414 | 390.4 |
| 86 | a | 283 | 352 | 244 | 461 | 391 | 346.2 |
| Total... | | 12115 | 14237 | 11115 | 15401 | 14722 | 13518.0 |

(1) Data for years 1951-1954 only available at request. The common varieties that were planted in three or more years have been named with capital letters A, B, C, etc. The small letters a, b, c in the second column indicate Early, Midseason and Late maturity groups, respectively.

TABLE VI

*Analyses of variance of the yield data (grams per plot) for 24 tests on oats conducted in Iowa*

| Year | Source of variation | Degrees of freedom | Triple lattice | | | Simple lattice | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Cresco M. S. | Marcus M. S. | Clarinda M. S. | Ames M. S. | Kanawha M. S. |
| 1950 | Reps. | 2 | 5595 | 1772 | 13639 | 13304 (a) | 8166 (a) |
| | Blocks | 15 | 918 | 1128 | 4589 | 3239 | 2025 |
| | Var. | 35 | 2131 | 5632 | 7569 | 10093 | 2694 |
| | Error | 55 | 579 | 1356 | 1571 | 2132 | 1734 |
| 1951 | Reps. | 2 | 8202 | 1267 (a) | 6316 | 5134 (a) | — |
| | Blocks | 15 | 3830 | 6546 | 2884 | 2088 | — |
| | Var. | 35 | 6096 | 4724 | 6997 | 5630 | — |
| | Error | 55 | 1106 | 2954 | 2844 | 2314 | — |
| 1952 | Reps. | 2 | 6441 | 1313 | 2816 | 4543 (a) | 1073 (a) |
| | Blocks | 15 | 2548 | 1901 | 1577 | 1573 | 2463 |
| | Var. | 35 | 5521 | 2577 | 5779 | 5132 | 2154 |
| | Error | 55 | 1540 | 985 | 909 | 698 | 1164 |
| 1953 | Reps. | 2 | 3271 | 236 | 6132 | 1256 (b) | 12137 (b) |
| | Blocks | 15 | 1152 | 1729 | 2628 | 623 | 1183 |
| | Var. | 35 | 9663 | 3135 | 2730 | 4560 | 6313 |
| | Error | 55 | 596 | 1787 | 917 | 628 | 699 |
| 1954 | Reps. | 2 | 5000 (c) | 3007 (c) | 5405 (c) | 7171 (c) | 2462 (c) |
| | Blocks | 21 | 2660 | 2265 | 3200 | 1064 | 1226 |
| | Var. | 55 | 3953 | 11501 | 14418 | 7084 | 11294 |
| | Error | 89 | 1713 | 1042 | 2195 | 968 | 706 |

(a) Different number of d. f. with respect to tests in 1950-52.
(b) Triple lattice but same number of d. f. as other tests in 1953.
(c) Rectangular lattice but same number of d. f. as other tests in 1954.

the means and the standard errors indicated that a transformation of the data would be of little effect in improving the efficiency of the statistical analysis.

Table VII includes the pertinent information of the unweighted analysis of variance for the data in each of the 5 seasons. To put all the analyses on a single plot basis we have multiplied the mean squares of each unweighted analysis by the harmonic mean of the number of replications, which values are 3.33, 2.82, 3.33, 3.00, and 3.00 for the successive years of the period 1950-1954. The variety mean squares and the variety × place interaction mean squares

were split up into orthogonal degrees of freedom according to the three maturity groups.

The pooled experimental error for the second year of tests seems higher than those for the other years. This can in part be

TABLE VII

*Unweighted analyses of variance, on a single plot basis, of the results of oat tests conducted at several locations each year*

| Source of variation | 1950 | | 1951 | | 1952 | | 1953 | | 1954 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d. f. | M. S. | d. f. | M. S. | d. f. | M. S. | d. f. | M. S. | d. f. | M. S. |
| Locations | 4 | 306523 | 3 | 375514 | 4 | 67949 | 4 | 215887 | 4 | 1033269 |
| Variety | | | | | | | | | | |
| Between mat. groups | 2 | 1855 | 2 | 27002 | 2 | 2404 | 2 | 69663 | 2 | 133596 |
| Within mat. groups (1): | | | | | | | | | | |
| a | 12 | 15092 | 7 | 24026 | 6 | 11442 | 5 | 31680 | 13 | 12960 |
| b | 17 | 7646 | 12 | 7910 | 20 | 5075 | 17 | 11715 | 36 | 22989 |
| c | 4 | 26943 | 14 | 7899 | 7 | 1435 | 11 | 4002 | 4 | 13239 |
| Variety × place | | | | | | | | | | |
| Between mat. groups | 8 | 12271 | 6 | 3660 | 8 | 13969 | 8 | 13392 | 8 | 12654 |
| Within mat. groups: | 132 | 3323 | 99 | 3415 | 132 | 3590 | 152 | 1803 | 212 | 5832 |
| a | 48 | 3456 | 21 | 4633 | 24 | 4139 | 20 | 2397 | 52 | 4032 |
| b | 68 | 3427 | 36 | 2152 | 80 | 3443 | 68 | 1845 | 144 | 6126 |
| c | 16 | 2471 | 42 | 3376 | 28 | 3546 | 44 | 1467 | 16 | 9036 |
| Pooled error | 405 | 1522 | 255 | 2575 | 335 | 1179 | 304 | 972 | 550 | 1470 |

(1) Small letters a, b, and c for Early, Midseason and Late maturity groups. The varieties tested in different years are not necessarily the same.

explained by the experiment at Marcus in 1951, which had an unusually high error. Yet for all the seasons but one, 1954, the within groups mean squares for the variety × place interaction may be taken as homogeneous; hence, for all and each year we decided to pool the mean squares for the interactions variety × place.

The conclusions that can be reached from Table VII are as follows. For all the years but one, 1951, there is a significant differential behavior of the maturity groups with respect to the locations. The interaction within maturity groups was significant in all tested years except in two cases. (This means that large

variety × place interations are present, hence the *F*-test for interactions is not much disturbed by heterogeneity found in $\sigma_e^2$ for the 5 groups of experiments).

If the principal aim in view with these annual experiments is to make recommendations on the average performance of the maturity groups and respective varieties over all the geographical area represented by the locations used in the tests (according to purpose 1 in this study) then the appropriate *F*-test is that of the variety mean square against the interaction mean square. Therefore, the appropriate error for testing differences between the groups is the respective component in the interaction variety × place. The *F*-tests in these cases allows us to conclude that in 1950 and 1952 there were no differences between group averages, but for the other years the differences between groups are significant. Table VIII shows the means obtained for the three maturity groups year by

TABLE VIII

*Mean yields (in grams) for 3 maturity groups of oats tested yearly at several places in Iowa* (1)

| Maturity group | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 |
|---|---|---|---|---|---|
| Early | 377.7 | 293.3 | 323.9 | 303.4 | 397.1 |
| Midseason | 373.0 | 321.4 | 317.3 | 277.0 | 374.1 |
| Late | 378.7 | 320.8 | 315.8 | 255.8 | 328.2 |
| Mean | 375.5 | 314.9 | 318.3 | 274.3 | 375.8 |

(1) To convert into bushels per acre apply factor 0.2.

year. Concerning the comparisons between varieties of the same maturity group over all the locations, we referred above that we can test each mean square associated with each group, for every year, against the pooled within groups interaction mean square. In these cases, the conclusions are that there are significant differences (except for the group with late varieties in 1952) between the respective varieties within each maturity group.

Next step should be the comparison of one variety with another within each maturity group (over all the places). In the case of variety trials it is preferable to use a test of multiple comparisons, as that one proposed by Duncan in 1955, and hence we prepared Fig. 1 for a quick reference.

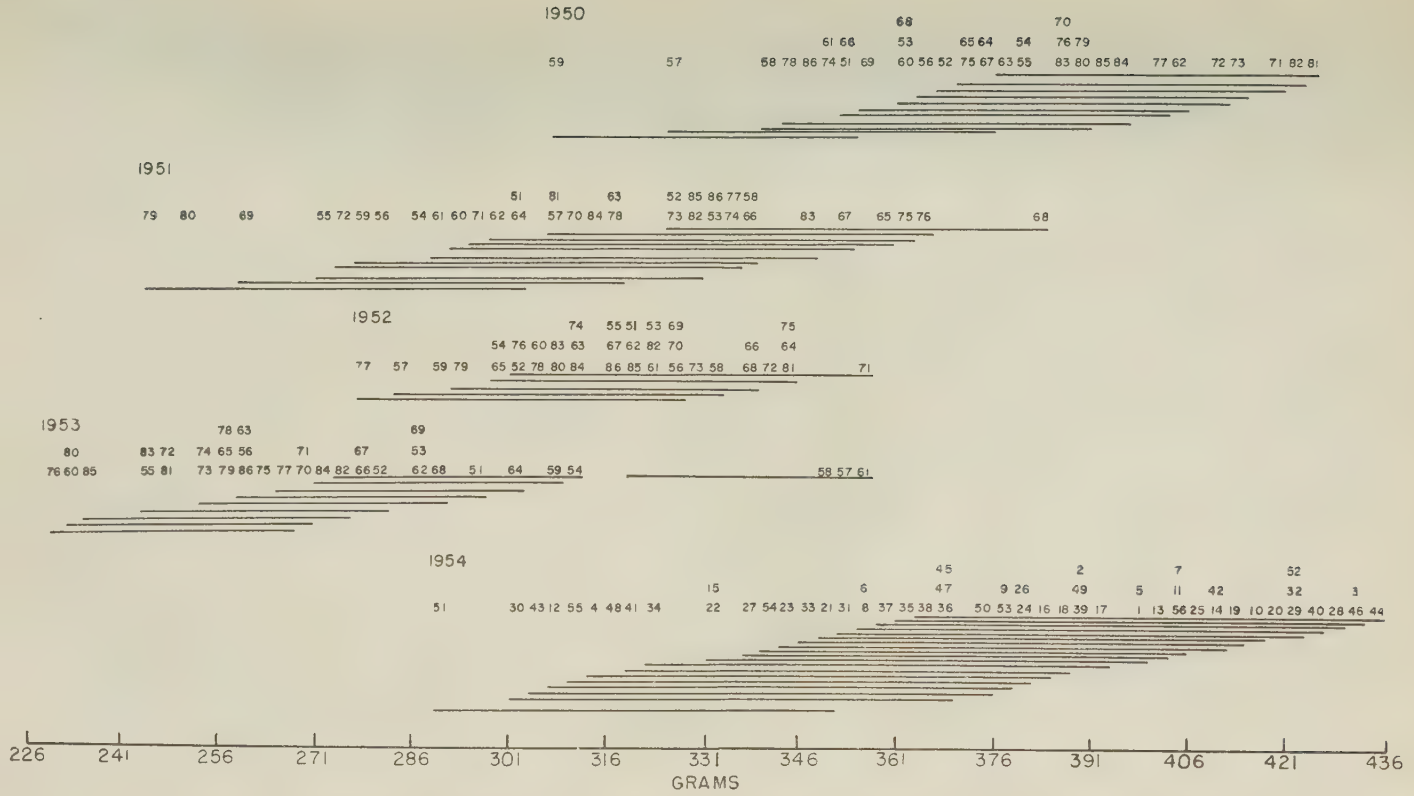



Fig. 1 - Mean yields (in grams) for 5 years. Any two variety means not underscored by the same line are significantly different; otherwise they are not significantly different.

### B. *Optimum numbers of replications, places and years for fixed cost and number of varieties*

In Section IV-B Formula (5) was given which allows the computation of the average genetic progress in positive units for different combinations of numbers of varieties, replications, places and years. The three series of data necessary to apply this formula are included in Table IX, Parts I, II and III, where the arithmetic means for each series are given at the respective bottons of the Parts. The values included in columnns (8) and (9) of parts I and II of that table were obtained by application of Formulas (3) and (4), and similar ones, referred to in Section IV-B.

Using the average values mentioned above we are able to understand the relationship of numbers of varieties, replications, places and years in making the optimum advance in the selection of the best combination of the experimental resources. The values for $e$, $b_p$ and $b_a$ are respectively 0.322, 0.574 and 0.586 (see Table IX). For $d$ we take the weighted average of $d_p = 0.474$ (5 experiments) and $d_a = 0.407$ (21 experiments), hence $d = 0.420$. The average values for $x_m$ were taken from TIPPETT (1925).

Table X was prepared for such comparisons, combining facto-

TABLE IX

*Summary of variance components from oat yield trials*

I. Experiments conducted at two or more places

| Year and number of places | No. of reps. | No. of var. | Error | | Var. × places $s^2_{pv}$ | Varieties $s^2_v$ | Ratio of variance components | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M. S. | d. f. | | | $\hat{b}_p$ | $\hat{d}_p$ |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| 1950 (5 places) | 3.33 | 36 | 1522 | 405 | 694 | 495 | 0.452 | 0.324 |
| 1951 (4 places) | 2.82 | 36 | 2575 | 255 | 303 | 779 | 0.114 | 0.300 |
| 1952 (5 places) | 3.33 | 36 | 1182 | 335 | 902 | 66 | 0.756 | 0.056 |
| 1953 (5 places) | 3.00 | 36 | 972 | 304 | 498 | 866 | 0.507 | 0.885 |
| 1954 (5 places) | 3.00 | 56 | 1470 | 550 | 1536 | 1190 | 1.040 | 0.807 |
| Average for 5 experiments | 3.10 | 40 | 1544 | 370 | 787 | 679 | 0.574 | 0.474 |

TABLE IX *(Continued)*

II. Experiments conducted for three or four years

| Location and years | No. of reps. | No. of var. | Error | | Var. × year $s^2_{av}$ | Varieties $s^2_v$ | Ratio of variance components | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M. S. | d. f. | | | $\hat{b}_a$ | $\hat{d}_a$ |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| Cresco, 1950-52 | 3.00 | 6 | 862 | 30 | 435 | 470 | 0.449 | 0.509 |
| Marcus, 1950-52 | 2.57 | 6 | 1620 | 25 | 833 | 165 | 0.442 | 0.094 |
| Clarinda, 1950-52 | 3.00 | 6 | 1547 | 30 | 293 | 300 | 0.154 | 0.181 |
| Ames, 1950-52 | 4.00 | 6 | 1998 | 45 | 272 | 1135 | 0.118 | 0.543 |
| Cresco, 1951-53 | 3.00 | 10 | 1124 | 54 | 1891 | 294 | 1.596 | 0.252 |
| — — — | — — | — — | — — | — — | — — | — — | — — | — — |
| — — — | — — | — — | — — | — — | — — | — — | — — | — — |
| Ames, 1951-54 | 3.43 | 4 | 1026 | 30 | 898 | 973 | 0.797 | 0.885 |
| Average for 21 experiments | 3.08 | 7.1 | 1527 | 37 | 806 | 564 | 0.586 | 0.407 |

III. Experiments conducted for four to five places and years

| Numbers of places and years | No. of reps. | No. of var. | Error | | Var. × Places × Years $s^2_{pva}$ | Ratio of variance components $\hat{e}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M. S. | d. f. | | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 4 loc., 3 years | 3.06 | 6 | 1383 | 130 | 187 | 0.128 |
| 4 loc., 3 years | 3.00 | 10 | 1749 | 225 | 574 | 0.322 |
| 5 loc., 3 years | 3.10 | 8 | 1224 | 224 | 991 | 0.800 |
| 4 loc., 4 years | 2.91 | 4 | 1612 | 102 | 192 | 0.110 |
| 4 loc., 4 years | 3.00 | 4 | 1710 | 99 | 447 | 0.249 |
| Average for 5 experiments | 3.01 | 6 | 1536 | 156 | 478 | 0.322 |

rially *r*, *p* and *a* for each of the three levels considered. From Table X we draw the conclusion that in order to get the best expected average genetic advance for a group of experiments we have to increase the number of places or years rather than the number of replications.

TABLE X

*Relationship of numbers of varieties, replications, places and years in making the greatest progress in selection of best combination*

| No. of var. | Values $^{x}m$ | Positive standard deviation units | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | One year | | | Three years | | | Five years | | |
| | | No. of places | | | No. of places | | | No. of places | | |
| | | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 |
| | | One replication | | | | | | | | |
| 25 | 1.965 | 0.48 | 0.64 | 0.70 | 0.65 | 0.85 | 0.91 | 0.70 | 0.91 | 0.98 |
| 50 | 2.249 | 0.55 | 0.74 | 0.80 | 0.74 | 0.97 | 1.04 | 0.81 | 1.04 | 1.12 |
| 75 | 2.403 | 0.59 | 0.79 | 0.86 | 0.79 | 1.03 | 1.12 | 0.86 | 1.12 | 1.20 |
| 100 | 2.507 | 0.62 | 0.82 | 0.90 | 0.82 | 1.08 | 1.16 | 0.90 | 1.17 | 1.25 |
| 150 | 2.649 | 0.65 | 0.87 | 0.94 | 0.87 | 1.14 | 1.23 | 0.95 | 1.23 | 1.32 |
| 200 | 2.746 | 0.68 | 0.90 | 0.98 | 0.90 | 1.18 | 1.28 | 0.98 | 1.28 | 1.37 |
| | | Two replications | | | | | | | | |
| 25 | 1.965 | 0.53 | 0.68 | 0.73 | 0.68 | 0.87 | 0.93 | 0.73 | 0.93 | 1.00 |
| 50 | 2.249 | 0.61 | 0.78 | 0.83 | 0.78 | 1.00 | 1.07 | 0.84 | 1.07 | 1.14 |
| 75 | 2.403 | 0.65 | 0.83 | 0.89 | 0.83 | 1.06 | 1.14 | 0.89 | 1.14 | 1.22 |
| 100 | 2.507 | 0.68 | 0.87 | 0.93 | 0.87 | 1.11 | 1.19 | 0.93 | 1.19 | 1.27 |
| 150 | 2.649 | 0.72 | 0.92 | 0.98 | 0.92 | 1.17 | 1.26 | 0.99 | 1.26 | 1.34 |
| 200 | 2.746 | 0.74 | 0.95 | 1.02 | 0.95 | 1.22 | 1.30 | 1.02 | 1.30 | 1.39 |
| | | Three replications | | | | | | | | |
| 25 | 1.965 | 0.55 | 0.69 | 0.81 | 0.70 | 0.88 | 0.94 | 0.74 | 0.94 | 1.00 |
| 50 | 2.249 | 0.63 | 0.79 | 0.84 | 0.80 | 1.01 | 1.07 | 0.85 | 1.08 | 1.15 |
| 75 | 2.403 | 0.68 | 0.85 | 0.90 | 0.85 | 1.07 | 1.14 | 0.91 | 1.15 | 1.22 |
| 100 | 2.507 | 0.70 | 0.88 | 0.94 | 0.89 | 1.12 | 1.20 | 0.95 | 1.20 | 1.29 |
| 150 | 2.649 | 0.74 | 0.94 | 0.99 | 0.94 | 1.19 | 1.26 | 1.00 | 1.27 | 1.37 |
| 200 | 2.746 | 0.77 | 0.97 | 1.03 | 0.97 | 1.23 | 1.31 | 1.04 | 1.31 | 1.40 |

One must also pay due attention to the relative costs of the various cultural systems. The average cost estimates for planting, harvesting, travelling, etc. with respect to the Élite tests on oats are the following:

Cost of labor and subsistence per day per man $18.00
Cost associated with planting and harvesting 25 plots . . . . . $12.1875

Average distance of all trips to one place, 260 miles, at \$0.05 per mile . . . . . \$13.00
Cost associated with travel (3 hours per way) \$26.00 (1)

The time required to plant and harvest a plot is estimated as about 13 minutes. For the case of the oat tests on 25 varieties carried out at 4 locations, e. g., it can be shown that the cost per plot using the mentioned above figures is \$1.14.

In Table XI, Part I, all the results concerning the average cost per plot for varying number of plots and locations are shown. In Part II of this Table XI a number of comparisons is presented in terms of unit average genetic advance for different numbers of entries, replications and places.

TABLE XI

*Average figures (in dollars per plot) for varying numbers of plots and locations*

| No. of places | I. Costs for planting and harvesting | | | | | | II. Cost per unit average genetic advance | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. of plots per place | | | | | | No. of plots per place | | | |
| | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 100 | 200 | 400 | 800 |
| 1 | \$1.55 | 1.00 | 0.75 | 0.62 | 0.55 | 0.52 | \$1.33 | 0.96 | 0.77 | 0.66 |
| 2 | 1.28 | 0.88 | 0.69 | 0.59 | 0.54 | 0.51 | 1.39 | 0.95 | 0.73 | 0.61 |
| 3 | 1.15 | 0.82 | 0.65 | 0.57 | 0.53 | 0.51 | 1.70 | 1.06 | 0.75 | 0.60 |

One can see in Table XI, Part I, that the cost per plot decreases rapidly with respect to an increase of number of plots per location (at least for the first increases of number of plots per place, whatever the number of places). In Part II of the table it is apparent that increased gains in average genetic advance can be achieved with little increase in cost per entry, particularly in the case of two locations.

(1) Private communication by Dr. K. J. FREY, Professor of Agronomy, Iowa State College, in charge of the Élite tests on oats.

Finally, assuming that $X = \$200.00$, $A = \$26.50$, $B = \$12.19$ and $b_p = 0.574$, e.g., we obtained by application of Formulas (9) given in Section IV-B the following results: $r = 1.4$ and $p = 6.2$. This means that we should use 7 locations and one replication. Usually, it is a sound practice to use two replications per location at least.

## VI. DISCUSSION

The criteria for the classification of varieties is one valuable aspect of the analysis of groups of experiments. In this study, the relative performance of the oat varieties was established according to yield, but other characters are also of importance, as those referred to in Chapter III. In this sense, replication of agricultural experiments for several places and years is of necessity in order to allow the appearance of good characteristics under many environmental conditions.

Concerning the homogeneity of interactions when used in the denominator of the *F*-tests for treatments, we have subdivided with advantage the varieties into three maturity groups. Other criterion could have been used, but in the present study only the complete yield data were collected for all the trials. Lodging, resistance to disease, test weight were measured at only one or a few special locations, and hence there was no possibility of grouping for them.

The device suggested by Yates & Cochran (1938) of considering for the locations the « degree of association between varietal differences and general fertility (as indicated by the mean of all varieties) » in order to reveal the different behavior of some of the varieties relative to the others is also of interest. For large number of varieties, however, the application of the device is laborious and seems to be subject to criticism when the varieties present non-similar variability at each location. In this study we have attempted to apply such device, but in a few cases it was not found to be very successful.

With respect to the grouping of locations into homogeneous groups, no particular way was found because the locations involved in the study are different from one to another. (The fact was checked even for Ames and Kanawha — two locations within the same soil association area). Each variety was then judged in its

merits with respect to the locations as a whole for each year, and hence the DUNCAN's test gives the final picture of their relative mean performances.

With respect to representativeness of soil and climatic conditions, in the present study we have analysed the data of the Élite tests on oats conducted at 5 places during 5 years, hence it was impossible to represent all the 21 soil association areas. What we have learned from the study is that the 5 locations involved were fairly representative of the more important areas for the oat crop in Iowa, and that climatic conditions prevailing in the period 1950-1954 were of wide variation. In this sense, the soil and climatic conditions for which the oat data were obtained can be taken as representative of important agricultural features of the state.

In situations as those of variety trials — in which the main interest is more technical than scientific — what matters is the estimation of average responses of the varieties or of the average difference between varieties. In such cases, lack of representativeness for places is not an important trouble in the scheme of experimentation, the only thing to be taken into account is the arbitrary element so introduced and the restriction in the range of the conclusions. Meanwhile, in future work it should be worthwhile to enlarge the experimentation to more locations over the state, adopting a pattern similar to the one suggested by HORNER & FREY (1957) which is formed by 4 subareas which minimized the variety × location interaction within subareas (1).

The just mentioned pattern is as follows:

| *Subareas* | *Locations* |
|---|---|
| A | Clarinda, Corydon and Iowa City |
| B | Marcus and Castana |
| C | Ames and Kanawha |
| D | Cresco and Independence |

Regarding the replication in time, four or five years of trials cannot be taken as a sample of the weather conditions prevailing in a given agricultural area or region. All that can be done is to

(1) Unpublished data. The author wishes to express his appreciation to Professors T. W. HORNER and K. J. FREY for the permission to use their results.

call the attention of the farmers to the fact that the recommendations concern only seasons not radically different from those in which the experimentation took place. A good practice that we saw at the Rothamsted Experiment Station, in England, consists in running trials under a rotation scheme for at least two cultural cycles. In such case, conclusions come out only after a reasonable number of seasons (in England the classical rotation has 4 years), what is seen as plausible to get practical and reliable results.

## VII. SUMMARY

The analysis of groups of experiments meets special difficulties not encountered in single experiments. Those concerning the use of non-similar designs, unequal number of replications, lack of constancy of treatments, non-orthogonality, heterogeneity of the experimental errors were pointed out.

A method of estimating the average response and its reliability is presented for the type of groups of experiments with the same treatments or varieties but different design and unequal numbers of replications.

The problem of allocation of experimental and economical resources for a series of experiments to be undertaken was also examined. Formulas for the determination of the expected average genetic advance according to the numbers of locations, years and replications were indicated.

Data concerning the series of «Élite» oat trials which were conducted at several places during the period 1950-1954 were used to illustrate the computations of average responses and respective standard errors. Some conclusions of practical value about these tests on oats were arrived at (see Figure 1 and Table VIII). For the allocation of resources in future work Tables X and XI show the available information.

## VIII. SUMÁRIO

Na análise estatística de grupos de ensaios afins encontram-se dificuldades que normalmente não surgem em ensaios simples. Apontam-se, como exemplos, casos de dessemelhança dos esquemas, desigualdade do número de repetições, inconstância das modalidades, não-ortogonalidade, heterogeneidade dos erros experimentais.

No presente trabalho descreve-se um método de avaliação de estimativas e respectivos erros padrões aplicável ao tipo de séries de ensaios que apresentam os mesmos tratamentos (ou variedades) mas número desigual de repetições.

Faz-se também a apreciação do problema da melhor distribuição das possibilidades experimentais e económicas para séries de ensaios afins a empreender no futuro, indicando-se fórmulas para a determinação do denominado progresso genético médio de acordo com o número de localidades, anos e repetições.

Para exemplificar os cálculos das estimativas e respectivos erros padrões utilizam-se dados obtidos de grupos de ensaios de variedades de aveia efectuados no Estado de Iowa em cinco localidades durante vários anos agrícolas, apresentando-se alguns resultados de interesse prático a que se chegou (Figura 1 e Tabela VIII). As Tabelas X e XI dão indicações de valor para a melhor distribuição de recursos, quando se pretenda empreender qualquer novo programa de ensaios com aveias.

## IX. LITERATURE CITED


COCHRAN, W. G.

1937 Problems arising in the analysis of a series of similar experiments. *Suppl. J. R. statist. Soc.* **4**: 102-118.

1954 The combination of estimates from different experiments. *Biometrics* **10** (1): 101-129.

COCHRAN, W. G. & COX, G. M.

1950 *Experimental Designs.* John Wiley and Sons, Inc., N. Y.

COX, G. M., *et al.*

1940 The analysis of lattice and triple lattice experiments in corn varietal test. *Res. Bull. Ia agric. Exp. Sta.* **281**.

DUNCAN, D. B.

1955 Multiple range and multiple *F* Tests. *Biometrics* **11** (1): 1-42.

HORNER, T. W. & FREY, K. J.

1957 *Methods for determining natural areas for oat varietal recomendations.* (Private communication).

KEMPTHORNE, O.

1952 *Design and Analysis of Experiments.* John Wiley & Sons, Inc., N. Y.

ROJAS, B. A.

1951 *Analysis of a group of experiments on combining ability in corn.* Unpublished M. S. Thesis. Iowa State College Library, Ames, Iowa.

SPRAGUE, G. F. & FEDERER, W. T.

1951 A comparison of variance components in corn yield trials. II. Error, year × variety, location × variety, and variety components. *Agron. J.* **43** (II): 535-541.

TIPPETT, L. C. H.
1925 On the extreme individuals and the range of samples taken from a normal distribution. *Biometrika* **17**: 364.
WILK, M. B. and KEMPTHORNE, O.
1956 Analysis of variance: preliminary tests, pooling and linear models. Derived linear models and their use in the analysis of randomized experiments. *Wright Air Development Center Tech. Rpt.* 55-244.
YATES, F.
1952 Principles governing the amount of experimentation in developmental work. *Nature, Lond.* **170**: 138.
YATES, F. & COCHRAN, W. G.
1938 The analysis of groups of experiments. *J. agric. Sci.* **28** (4): 556-580.

# ÍNDICE DO VOLUME XIX


DE FLORA LUSITANA COMMENTARII AD NORMAM HERBARII STATIONIS AGRONOMICAE NATIONALIS — Fasc. XI . . . . . 5

PLANTAS NOVAS E NOVAS ÁREAS PARA A FLORA DE PORTUGAL. IV 7

FUNGI LUSITANIAE. XVI — Maria Tereza Lucas . . . . . 23

SOBRE ALGUMAS CORRELAÇÕES NO ARROZ — A. J. Simplício Duarte . 31

MILHOS SACARINOS — II. ENSAIOS DE ADAPTAÇÃO — L. Costa-Rodrigues 57

ZONAGEM PLUVIOMÉTRICA DO CONTINENTE PORTUGUÊS — I. QUESTÕES PRÉVIAS, II. DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS AO SUL DO PARALELO DE LISBOA (OCM) — J. Pina Manique e Albuquerque. . . . . 71

CHROMOSOME STUDIES IN *CITRUS*. I — Arun Kumar Sharma & Arya Kumar Bal . . . . . 101

TREVOS AUTOTETRAPLOIDES — I. O CASO DE *TRIFOLIUM RESUPINATUM* L. SSP. *SUAVEOLENS* (WILLD.) DINSM. — J. Leão Ferreira de Almeida. 127

JUVENILIDADE NA *OLEA EUROPAEA* L. — J. Vieira Natividade. . . . 145

ANTIBIÓTICOS, VITAMINAS E OUTROS FACTORES NO DESENVOLVIMENTO DO *HYLOTRUPES BAJULUS* (L.). I — Alberto Coutinho Saraiva . . 161

NOTA SOBRE A CONSTITUIÇÃO CROMOSÓMICA DO *LIMODORUM TRABUTIANUM* BATT. E DO *LIMODORUM ABORTIVUM* (L.) SW. — Luís de Azevedo Coutinho. . . . . 219

*PUCCINIA RUBIGO-VERA TRITICI* — IV. RAÇAS FISIOLÓGICAS ISOLADAS EM PORTUGAL EM 1955 E GRAU DE RESISTÊNCIA, EM PLANTAS JÓVENS, DE ALGUNS TRIGOS — Alberto Palyart do Carmo e Freitas . . . 233

O MÉTODO DA ANÁLISE FOLIAR DE LUNDEGÅRDH APLICADO À CULTURA DO ARROZ — J. M. Arriaga e Cunha & J. Baptista . . . . . 251

ZONAGEM PLUVIOMÉTRICA DO CONTINENTE PORTUGUÊS — III. O PROBLEMA NA COSTA SUL-ALGARVIA, IV. CONTRAPROVA PELA FREQUÊNCIA DE CHUVAS — J. Pina Manique e Albuquerque . . . . . 263

AUGUSTO TEIXEIRA DE VASCONCELLOS — A. de Sousa da Câmara . . 295

DE LUMBRICIDIS QUIBUSDAM IN LUSITANIA HABITANTIBUS — Otto Graff . 299

AS PASTAGENS DE CERVUM DA SERRA DA ESTRELA — COMPOSIÇÃO QUÍMICA AO LONGO DO SEU CICLO VEGETATIVO — A. Pereira . . . 307

ANALYSIS OF A GROUP OF EXPERIMENTS ON OATS — I. COMPLETE DATA — A. José de Oliveira. . . . . 329

*PUBLICAÇÃO DA*
DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS AGRÍCOLAS
Repartição de Estudos, Informação e Propaganda

# SUMÁRIO

Câmara, A. de Sousa da — AUGUSTO TEIXEIRA DE VASCONCELLOS . . . . . 295-297
Graff, Otto — DE LUMBRICIDIS QUIBUSDAM IN LUSITANIA HABITANTIBUS . . . . . 299-306
Pereira, A. — AS PASTAGENS DE CERVUM DA SERRA DA ESTRELA — COMPOSIÇÃO QUÍMICA AO LONGO DO SEU CICLO VEGETATIVO . . . . . 307-328
Oliveira, A. José de — ANALYSIS OF A GROUP OF EXPERIMENTS ON OATS — I. COMPLETE DATA 329-356

TODA A CORRESPONDÊNCIA E PERMUTA REFERENTE À AGRONOMIA LUSITANA DEVE SER DIRIGIDA A:

POUR L'ÉCHANGE OU POUR LA CORRESPONDANCE CONCERNANT L'AGRONOMIA LUSITANA ON DOIT S'ADDRESSER À:

LETTERS AND EXCHANGE CONCERNING AGRONOMIA LUSITANA TO BE ADDRESSED TO:

ESTAÇÃO AGRONÓMICA NACIONAL
SACAVÉM
PORTUGAL